das à custa do emprego de dois valores da densidade de corrente diferentes.

Noutros gráficos, igualmente publicados nas memórias originais, estabeleceram aqueles autores relações entre as propriedades ópticas dos diversos tipos de camadas e as espessuras respectivas, etc.

Resulta pois daqui que, sob o ponto de vista de obtenção destas camadas, o problema a considerar é conseguir a sua realização com as propriedades desejadas, atendendo aos factores de electrólise.

2 — Parte experimental. Tentativa de obtenção de superfícies monocromáticas de níquel negro com um máximo de selectividade

Pelas razões apontadas interessa obter interferências de luz no comprimento de onda do verde. Isto consegue-se usando camadas com determinada espessura a qual pode ser calculada por processos matemáticos. Mas já porque o fim que nós propunhamos era muito modesto e de modo algum consistia na verificação duma teoria, já porque aqueles processos são complexos e nem os podemos ler com pormenor, o que se nos impôs foi seguir um método experimental que nos permitisse escolher as condições necessárias à obtenção duma espessura tal que dê franjas de interferência no verde. Vai adiante indicado o método de que nos servimos para o conseguir.

Em virtude do número de factores que influenciam todas as deposições metálicas e dado ainda a necessidade de preparar superfícies utilizando uma gama apertada de espessuras, o que obriga a trabalhar dentro de apertadas condições operatórias, convém reduzir o mais possível o número de ensaios de tentativa. Impunha-se portanto o uso da célula de Hull-Roussellot para uma primeira aproximação de resultados, isto é, para uma primeira escolha.

A prática mostrou-nos ser a sua utilização excelente para o fim que nos propunhamos atingir pois o cátodo da célula de H.R constitui, neste caso, algo de semelhante a um «écran espectral» onde se projectam, para uma dada intensidade total atravessando a cuva, uma gama vasta de zonas de absorção.

O método é extremamente sensível pois a peculiar distribuição da corrente ao longo do cátodo permite, pelas razões anteriormente expostas, variar à vontade a largura das faixas da superfície catódica correspondentes a determinada espessura média ou seja a dada banda de absorção correspondente a determinado comprimento de onda: basta para tanto actuar sobre a intensidade total.

Procedendo deste modo foi-nos pois possível seleccionar uma zona de densidades de corrente que nos pareceu conveniente tendo em seguida procedido à deposição.

Como é evidente, impõe-se o conhecimento da lei de repartição da densidade de corrente no cátodo da célula de H-R pelo que se tornou necessário determinar as constantes a e b da respectiva equação, o que no caso da deposição considerada não levanta problemas de maior pois a intensidade total usada é sempre baixa.

Para esta determinação usou-se o método da «sonda».

Como o nosso estudo incidiu ùnicamente sobre a fixação da camada de níquel negro sobre uma base de cobre polido e posteriormente recoberto com uma camada brilhante de níquel metálico, houve que começar por preparar este substracto da deposição do níquel negro.

As condições operatórias foram as seguintes:

— Niquelagem brilhante dos cátodos de cobre

Aproveitámos a oportunidade para também estudar as possibilidades dum «banho» recentemente publicado, (6), tendo por base os pirofosfatos, o qual oferece algumas vantagens.

Composição	Pirofosfato de niquel (II)	155,4 g/l
	Pirofosfato de potássio	70,0 »
	Citrato de amónio	33,3 »
	Cloreto de potássio	6,0 »

$\theta = 50\,°C$
pH = 9,5 (electrodo de vidro)
i/S (cat) = 2 A/dm²

Ao banho não se adicionou qualquer agente tensioactivo pelo que a codeposição do hidrogénio é apreciável, apesar do alto pH; contudo não houve «pitting» mas nas electrólises mais prolongadas esboçou-se a tendência para um aspecto da superfície levemente «mate», o que se conseguiu combater usando agitação mecânica.

Esta niquelagem entende-se, como é evidente, realizada com todos os habituais cuidados de pretratamento do metal de base que não interessa mencionar.

Quanto às propriedades reflectoras das chapas depois de niqueladas eram perfeitamente convenientes:

o valor obtido para a respectiva emitância, determinada ne LNEC foi

$$\varepsilon = 0{,}06$$

e está de acordo com os valores encontrados na literatura.

— **Deposição do «nível negro». Ensaios com a célula de Hull-Rousselot**

a) Composição do banho de «niquelagem negra» (1)

Sulfato de níquel (II) hexahidratado . .	40 g/l
Sulfato de amónio	20 »
Tiocianato de amónio	14 »
Sulfato de zinco heptahidratado . . .	8 »
pH . . . . . (electrodo de vidro) . .	5,6 »

A temperatura bem como a densidade de corrente foram diversas antes de assentar a deposição definitiva.

b) Determinação das constantes da equação de Hull; método da sonda

Consiste este método em medir a densidade de corrente em diversas regiões duma «banda útil» do cátodo convenientemente escolhida (fig. 6) utilizando uma pequena chapa do mesmo metal do cátodo, com área rigorosamente conhecida e que realiza, de modo prático, o análogo eléctrico daquela banda catódica. Isto consegue-se recobrindo a sonda, à qual se

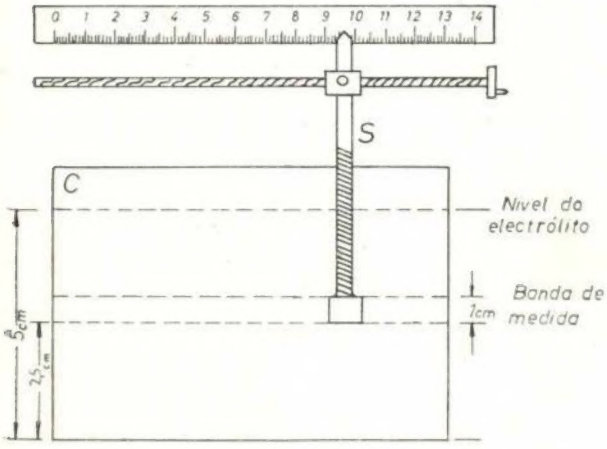


Fig. 6 — Representação esquemática do dispositivo mecânico e da posição da «sonda» para a determinação das constantes

C — Cátodo S — Sonda protegida com verniz

dá geralmente a forma dum quadrado ou dum rectângulo (de preferência), com um verniz bom isolante eléctrico, numa das faces e nas arestas, encostando-a depois ao cátodo de modo a este ficar em contacto com a face protegida; são ambos ligados eléctricamente em paralelo e portanto quando da passagem da corrente a sonda fica ao mesmo potencial do cátodo, recebendo então a mesma densidade de corrente que a zona catódica, que ela oculta, receberia na sua ausência.

No circuito da sonda introduz-se um miliamperímetro, preferìvelmente com muito baixa resistência e um interruptor de modo a que a corrente só atravesse o aparelho no momento das leituras.

A sonda é deslocada ao longo do cátodo, em toda a largura deste, segundo certas cotas arbitràriamente escolhidas, mas rigorosamente referenciadas (convém dispositivo mecânico adequado) e a corrente medida no mili para cada cota x considerada, contada a partir da origem (aresta do cátodo mais próxima do anodo).

A representação gráfica destes valores, em papel semilogarítmico, conduz a uma curva com um (ou mais) troço rectilíneo cuja inclinação permite calcular as constantes *a* e *b* correspondentes.

Note-se que a cada deslocamento, deve corresponder determinado tempo de estabilização das leituras do mili. Esta é geralmente rápida às baixas densidades de corrente mas difícil nas zonas das altas densidades especialmente devido à descarga do hidrogénio que sempre se faz sentir nessa região.

Assim pode-se, um tanto arbitràriamente, fixar o tempo de espera em 1 a 2 min.; o ensaio não se deve prolongar para além de 20 a 30 min. pois dado o reduzido volume da cuba, os efeitos convectivos podem ter apreciável influência em certos casos.

Nos nossos ensaios usámos uma cuba do tipo HR com as dimensões indicadas por Rousselot (4), feita de vidro acrílico. Realizámos diversos ensaios fazendo variar os seguintes factores: temperatura, intensidade total e tempo de electrólise; quando se conseguiu obter uma banda verde, situada numa região do cátodo afastada da zona das altas densidades e portanto onde a variação da expessura catódica não é tão rápida, fixámo-nos nessas condições operatórias:

$I_{total} = 20$ mA
θ ambiente $\approx 19\,^{\circ}C$
Sem agitação mecânica
Anodo de Ni puro Ni $\approx 99{,}95\,\%$)

e com elas determinámos os valores de *a* e de *b* tendo encontrado

$$a = 0{,}0238$$
$$b = 0{,}0151$$

Em face da chapa catódica obtida, a zona, que nos pareceu mais utilizável correspondia à seguinte banda de densidades:

$$0{,}04\ A/dm^2 < i_s < 0{,}05\ A/dm^2$$

podendo usar-se ainda densidades menores, pois se continuam ainda a obter zonas de cor uniforme sem libertação de hidrogénio.

Como conclusão, podemos considerar como con-

(1) Composição usada por Tabor e colaboradores.

venientes os valores $< 0{,}05$ A/dm² mas relativamente próximo dos limites indicados.

Torna-se agora necessário proceder à deposição definitiva, usando formas geométricas posições relativas cuba e eléctrodos, de modo a obter uma repartição primária da corrente mais uniforme.

Passamos então a usar o mesmo electrólito à mesma temperatura numa cuba rectangular com ~ 1,5 l de capacidade onde os eléctrodos, planos, foram totalmente imersos com as faces paralelas.

Ora o objectivo fundamental consiste em obter uma superfície monocromática com um máximo de selectividade na zona do verde. Como atrás se disse, a espessura desta camada pode ser obtida por via teórica mas, prosseguindo num método experimental, aproveitamos uma propriedade curiosa destas camadas, e notámos, durante a realização das experiências anteriores, e como, aliás, se conclui da teoria das interferências, que aumentando monòtonamente a espessura da película de negro de níquel, as franjas de interferência vão variando sinusoidalmente no tempo. É assim possível obter diversos «tipos» de verde de que aliás só uma medida das propriedades ópticas nos poderá indicar qual delas terá a máxima selectividade.

Trabalhamos nas seguintes condições experimentais (condições idênticas).

$S = 29$ cm²; $i = 0{,}0014$ A; $t = 9$ min; θ = ambiente; leve agitação obtendo assim um depósito cuja região central se apresentava com cor uniforme, muito semelhante à duma chapa existente no LNEC, vinda de Israel, mas não nos foi possível, por diversas razões determinar as características ópticas respectivas.

Depararam-se várias dificuldades nesta electrodeposição.

Uma das exigências é a uniformidade da repartição da corrente, dada a influência da espessura sobre o monocromatismo. Trata-se neste caso essencialmente da repartição primária e portanto no que diz respeito à posição dos electrodos. Como estes tem a forma plana é de aconselhar a protecção dos bordos do cátodo a fim de evitar o normal adensamento da corrente nos bordos dos condutores imersos um electrólito.

Outra dificuldade diz respeito ao anodo, cuja tendência para a passivação é manifesta mesmo às baixas densidades de corrente. Ao fim de pouco tempo de electrólise recobre-se duma película negra, possìvelmente SNi e a passividade é completa. Aconselha-se a fim de evitar este efeito, usando electrodos duplos de carbono e níquel.

Não nos foi possível prosseguir estes ensaios que, evidentemente, careciam quer de mais intensivo trabalho experimental quer especialmente do apoio de resultados quantitativos e teóricos.

Deixamos porém aqui este ligeiro apontamento julgando que poderá eventualmente ser útil.

BIBLIOGRAFIA

(1) — Ch. Kasper — Trans. Elect. Soc. Vol. 77 — 253, 365 (1940). Vol. 78 — 131, 147 (1940).

(2) — Carl Wagner — J. Elect. Soc. Vol. 98, 116, 1951.

(3) — O. Hull — Proc Am. Electroplater's Soc. Vol. 27, 52, 1939.

(4) — R. Rousselot — Repartition du Potentiel et du Courant dans les Électrolytes.

(5) — H. Tabor — «Research on optics of selective surfaces» (Final Report).
The Nat. Phys. Lab. of Israel 1963.
— H. Tabor — Bull. Reas. Council of Israel — Vol. 5C — 5 (1955).
— H. Tabor — United Nat. Conf. of new Sources of energy — Rome 1959.

(6) — S. K. Paniktar e Rame Char — J. Elect. Soc. — Vol. 106, 494 (1959).

Escolha Caterpillar... O seu trabalho decidirá o modelo

D4D ▪ D6B ▪ D6C ▪ D7E

TECNICA XXI

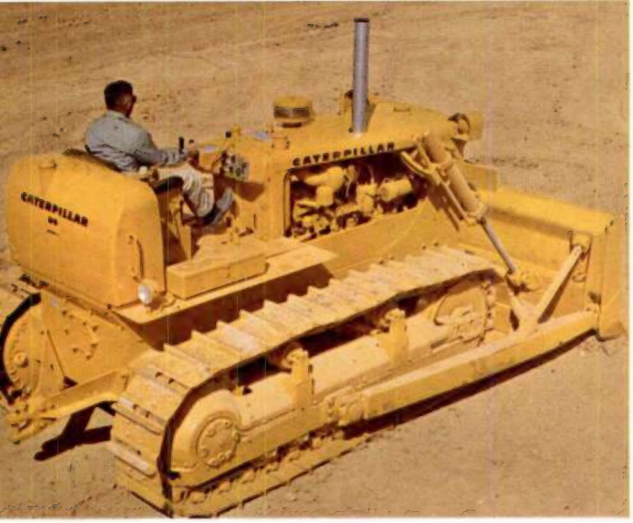
4 tractores — 1 só

A qualidade Caterpillar manifesta-se uma vez mais no fabrico destes quatro modelos de tractor para tarefas pesadas. Cada um deles foi concebido para um tipo de trabalho e cada modelo excede a produtividade das outras máquinas da sua classe. Todos eles permitem a aplicação de uma extensa gama de ferramentas e acessórios, assegurando o máximo de versatilidade. Seja qual for o modelo, o padrão de qualidade é o mesmo — Caterpillar — mantendo-se também as carac-

Transmissões Servocomandada e Directa: Os tractores D7E e D6C poderão ser fornecidos com transmissão servocomandada («Power Shift») ou directa; o D6B e o D4D têm transmissão directa. A transmissão «Power Shift» Caterpillar permite, com uma única alavanca, a mudança rápida de velocidade ou de sentido de marcha, sem desembraiar ou travar. O divisor de binário, exclusivo da Caterpillar, proporciona a resposta imediata da transmissão directa, aliada à rapidez de manobra dum conversor de binário.

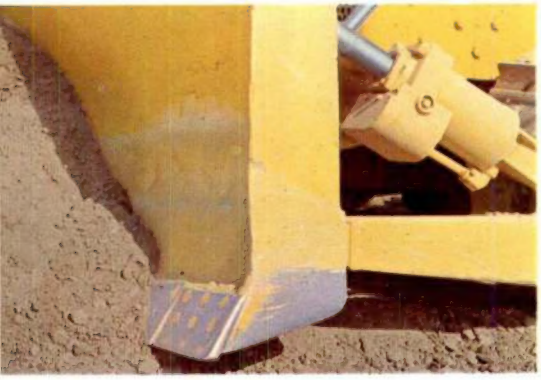
Rastos de grande duração
Os Rastos Vedados (patente da Caterpillar) aumentam a duração das cavilhas e dos casquilhos e contribuem também para a vida mais longa dos outros componentes dos rastos. Os Roletes de Lubrificação Permanente e as rodas de guia não necessitam de cuidados até à altura da reconstrução. Toda a estrutura é de construção robusta, para trabalho em condições adversas.

As embraiagens e os travões em banho de óleo que equipam os tractores D7E e D6C, aumentam-lhes o rendimento e a duração. As embraiagens de direcção não necessitam de ajuste e os travões afinam-se por meio dum simples parafuso.



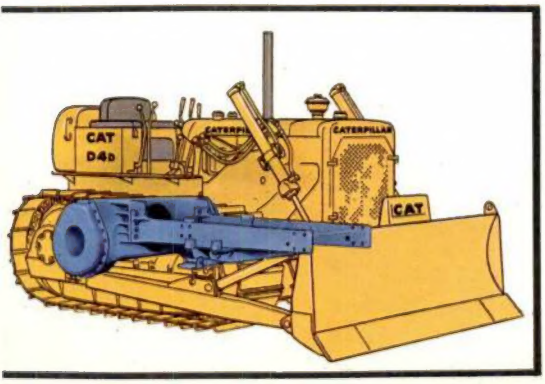
padrão de qualidade

terísticas largamente comprovadas de grande produtividade por baixo custo, mesmo nas condições mais adversas. Observem-se as características e as especificações, tendo em conta a real economia resultante da utilização do tractor mais adequado para cada trabalho. A posição ocupada pela Caterpillar no fabrico de tractores de rasto, amplamente justificada pela qualidade dos produtos que apresenta, traduzir-se-á em maior rendimento nas **suas** empreitadas.



Acessórios adequados: Uma extensa gama de lâminas de «bulldozer» e de escarificadores, permite a escolha da ferramenta indicada para cada trabalho.

Melhor visibilidade: Atente-se na visibilidade dos tractores Caterpillar. No D7E, por exemplo, aumentou-se a visibilidade, colocando o assento ajustável à esquerda e modificando a forma do «capot». A forma arredondada do depósito de combustível assegura excelente visibilidade para a retaguarda.



A robusta «espinha dorsal» do D4D — duramente experimentada: A estrutura principal do D4D foi submetida a experiências violentíssimas. Numa dessas experiências submeteu-se o chassis mais de 20 000 vezes a uma carga à flexão, fixando no solo a lâmina do «bulldozer», actuando os comandos hidráulicos para empinar a máquina ao máximo e deixando-a depois cair até um ponto ligeiramente acima do solo. Noutro ensaio, o chassis foi sujeito a uma carga de torção mais de 25 000 vezes. Após estas experiências a estrutura do D4D foi cuidadosamente inspeccionada. E os resultados? Não foi possível descobrir quaisquer vestígios dos maus tratos sofridos.

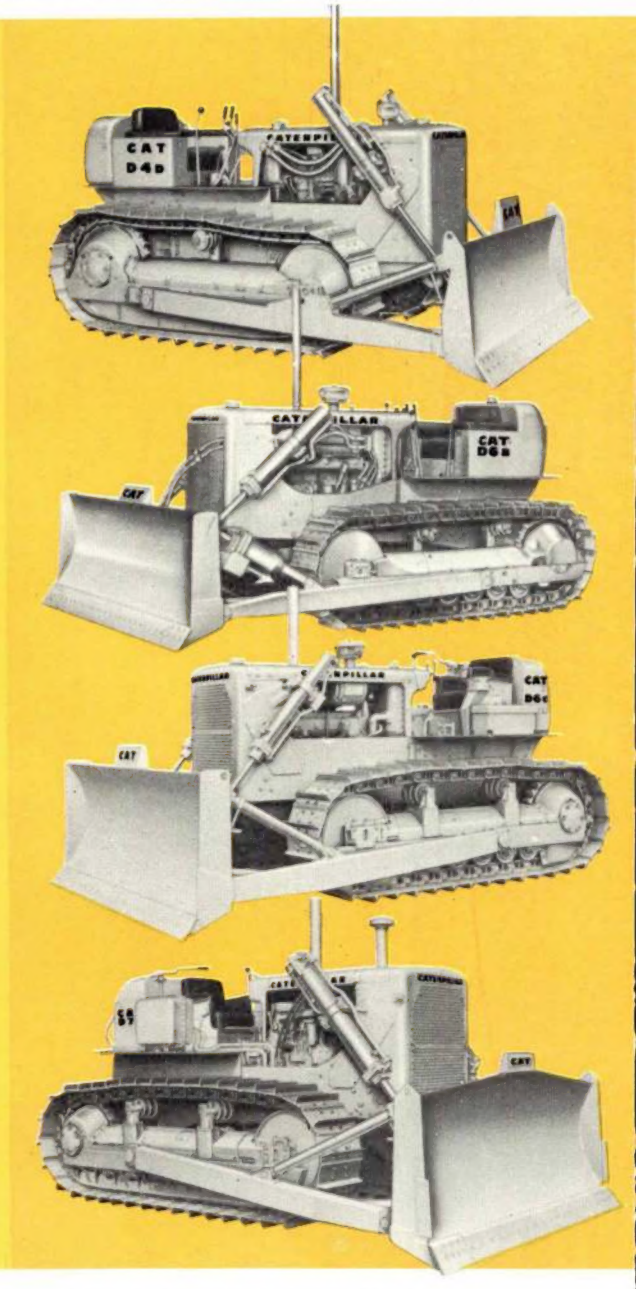
Um tractor para cada trabalho

D4 Série D
Potência (ao volante) ..... 65 HP
Transmissão ..... Directa, com embraiagem em banho de óleo, a pedido
Velocidades:
5 para a frente ..... de 2,7 a 9,3 km/h
5 para trás ..... de 3,2 a 11 km/h
Bitola dos rastos ..... 1524 mm
Peso aprox. com bitola de 1524 mm ... 5880 kg

D6 Série B
Potência (ao volante) ..... 93 HP
Transmissão ..... Directa, com embraiagem em banho de óleo
Velocidades:
5 para a frente ..... de 2,7 a 10,8 km/h
4 para trás ..... de 3,4 a 10,2 km/h
(ou mais lentas, a pedido)
Bitola dos rastos ..... 1880 ou 1524 mm
Peso aprox. com bitola de 1880 mm ... 8230 kg

D6 Série C
Potência (ao volante) ..... 120 HP
Transmissão: À escolha «Power Shift» com divisor de binário ou directa com embraiagem em banho de óleo.
Velocidades com transmissão «Power Shift»:
3 para a frente ..... até 10,2 km/h
3 para trás ..... até 12,3 km/h
Velocidades com transmissão directa:
5 para a frente ..... de 2,4 a 9,5 km/h
4 para trás ..... de 2,9 a 8,4 km/h
(ou outras, a pedido)
Bitola dos rastos ..... 1880 mm
Peso aproximado: «Power Shift» ... 10 530 kg
Transmissão directa 10 230 kg

D7 Série E
Potência (ao volante) ..... 160 HP
Transmissão: À escolha «Power Shift» com divisor de binário ou directa, de engrenamento permanente, com embraiagem em banho de óleo.
Velocidades com transmissão «Power Shift»:
3 para a frente ..... até 9,3 km/h
3 para trás ..... até 10,9 km/h
Velocidades com transmissão directa:
5 para a frente ..... de 2,4 a 9,5 km/h
4 para trás ..... de 2,9 a 8,7 km/h
(ou mais lentas, a pedido)
Bitola dos rastos ..... 1981 mm
Peso aproximado: «Power Shift» ... 14 800 kg
Transmissão directa 15 000 kg



O serviço após-venda dos distribuidores Caterpillar apoia a qualidade dos produtos Caterpillar: O potencial de trabalho destes tractores CAT traduz-se em novas oportunidades de lucro para os seus possuidores. Uma rede mundial de distribuidores Caterpillar garante os máximos dividendos para o capital investido no equipamento. Em Portugal, a S.T.E.T. tem ao seu dispor assistência rápida, mecânicos especializados e peças sobressalentes genuínas.

CATERPILLAR

Caterpillar e Cat são marcas registadas de Caterpillar Tractor Co.

S.T.E.T.

SOCIEDADE TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS E TRACTORES, S. A. R. L.
Prior Velho — Sacavém
Telefones: 251 00 01 – 2 - 3 - 4 Telegramas: «STETRA»

P-0865-113

C. D. U. 532 543.2

NOTA SOBRE ESCOAMENTOS PERMANENTES EM CANAIS DE DECLIVE FRACO MUNIDOS DE COMPORTA COM ABERTURA INFERIOR

pelo Eng.º ANTÓNIO QUINTELA

Assistente do I. S. T.

RESUMO

Trata-se nesta breve nota dos diferentes tipos de escoamento em regime permanente — com ou sem ressalto livre ou afogado — que podem ter lugar em canais rectangulares de declive fraco, munidos de comporta com abertura inferior.

SYNOPSIS

Analysis of the different types of steady free surface flow — with or without hydraulic jump (free or submerged) — in a mild slope channel provided with sluice gate.

1 — INTRODUÇÃO

Considera-se um canal de secção rectangular, de largura b, em que se escoa um caudal Q (caudal por unidade de largura $q = Q/b$) para o qual o declive do leito se classifica como fraco: esse declive é inferior ao declive crítico correspondente ao caudal Q, e, portanto, a profundidade do escoamento em regime uniforme, ou simplesmente profundidade uniforme h_u, excede a profundidade crítica h_c. Numa secção do canal está montada uma comporta que ocupa toda a largura do canal e deixa livre inferiormente uma abertura através da qual se escoa o caudal Q.

Admitem-se duas hipóteses: o troço de canal para jusante da comporta é, numa das hipóteses, suficientemente longo para nele se estabelecer o regime uniforme, e, na outra, muito curto.

Estudam-se os tipos de escoamento que para o mesmo caudal Q correspondem às diferentes aberturas da comporta: com ou sem ressalto livre ou afogado a jusante. Se bem que o estudo dos referidos tipos de escoamento por si não tenha carácter de originalidade, julgou-se de interesse realizar esse estudo, subordinado à condição de o canal ser de declive fraco, e registar algumas considerações sobre a matéria.

2 — ESCOAMENTO COM RESSALTO LIVRE

Considera-se nesta alínea que o troço de canal a jusante da comporta é suficientemente longo para nele se estabelecer o regime uniforme (regime lento por ser $h_u > h_c$); considera-se ainda que a abertura livre a sob a comporta é tal que a jusante tem lugar o regime rápido, que o ressalto livre (ou sòmente ressalto) separa do regime uniforme.

Vão designar-se por h, U, H, respectivamente, profundidades, velocidades médias em secções e energias específicas (energias em relação ao fundo, por unidade de peso), reservando-se o índice 1 para uma secção a montante da comporta e o índice 2 para a secção contraída (Figura 1).

A profundidade h_2 da veia líquida na secção contraída é o produto da abertura livre a sob a comporta pelo coeficiente de contracção: $h_2 = m\,a$.

Apresentam-se a seguir as relações entre a aber-

tura livre a sob a comporta, a energia específica H_1 e a profundidade h_1 na secção a montante da comporta, válidas para o tipo de escoamento descrito; calcula-se ainda a abertura livre limite para a qual esse tipo de escoamento tem lugar.

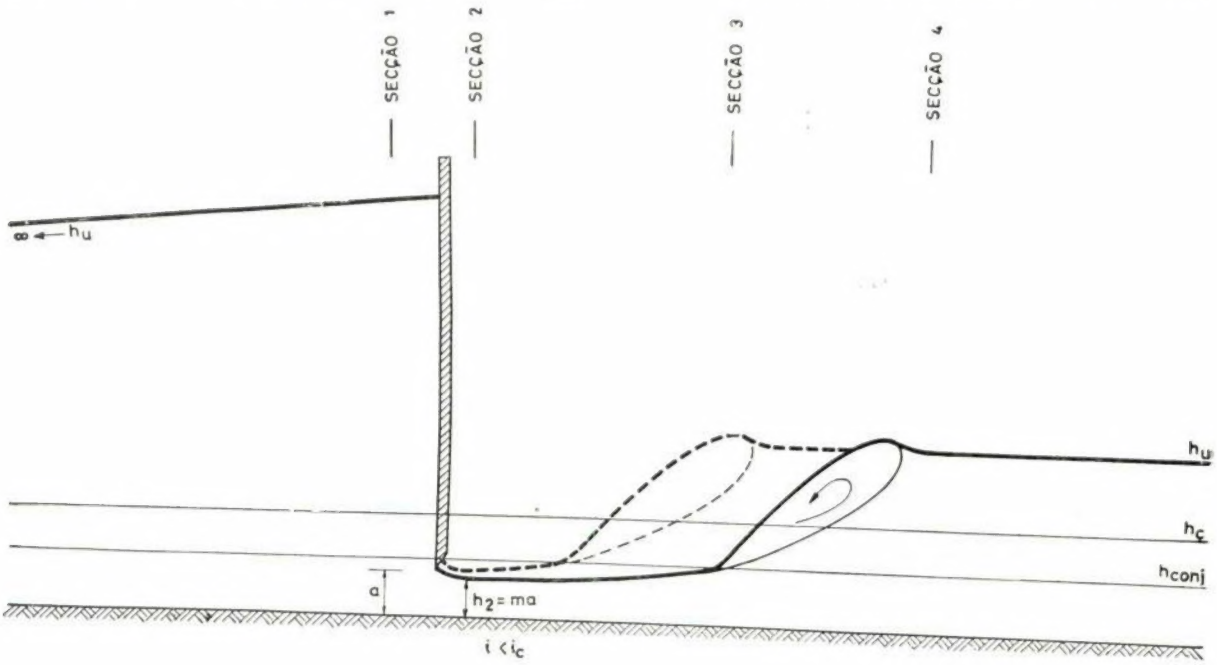


Fig. 1

Sem se mencionarem definições ou princípios, que se encontram nos tratados de Hidráulica, recorda-se que no cálculo das energias específicas em jogo e na determinação da posição do ressalto se admitem usualmente as hipóteses seguintes:

1.º — Os valores das profundidades segundo as secções rectas ao escoamento coincidem pràticamente com os das suas projecções verticais.

2.º — É uniforme a repartição de velocidades na secção 1 a montante da comporta, na secção contraída e a jusante do ressalto (coeficientes de Coriolis e de quantidade de movimento de valor unitário).

3.º — É hidrostática a distribuição de pressões nas secções indicadas na hipótese anterior.

4.º — É nula a perda da energia entre a secção 1 a montante da comporta e a secção 2 contraída, ou mais precisamente, é igual à diferença de cotas das soleiras das mesmas secções.

5.º — A componente, segundo a direcção do eixo do canal, do peso do líquido compreendido entre as secções que limitam o ressalto é igual e de sinal contrário à resultante das forças de atrito exercidas pelas paredes sobre o líquido entre as mesmas secções.

A energia específica na secção contraída é

$$H_2 = h_2 + \frac{q^2}{2g\,h_2^2} = m\,a + \frac{q^2}{2g\,m^2\,a^2} \qquad (1)$$

e é igual a H_1

$$H_1 = H_2 = m\,a + \frac{q^2}{2g\,m^2\,a^2} \qquad (2)$$

sendo por sua vez

$$H_1 = h_1 + \frac{q^2}{2g\,h_1^2} \qquad (3)$$

A determinação de h_1 a partir de $h_2 = m\,a$ pode ser feita directamente, por via gráfica, por meio da representação da função $H = H\,(h)$ que exprime a variação da energia específica com a profundidade para o caudal constante q (Pontos 1 e 2 da Figura 2), ou por resolução analítica de uma equação do terceiro grau de que se conhece prèviamente uma das raízes.

A posição do ressalto é determinada a partir da condição de a quantidade de movimento total

$$M = \rho Q U + \gamma b \frac{h^2}{2} = b \left(\frac{\rho q^2}{h} + \frac{\gamma h^2}{2} \right)$$

tomar o mesmo valor nas secções que limitam o ressalto.

Como, neste caso, o ressalto se dará com a profundidade uniforme a jusante, a profundidade em regime rápido na secção a montante do ressalto será tal que lhe corresponda um valor da quantidade de movimento total igual ao correspondente à profundidade uniforme (aquela profundidade designa-se, por isso, por profundidade conjugada da profundidade uniforme, h_{conj}).

Será $\frac{\rho q^2}{h_{conj}} + \frac{\gamma h^2_{conj}}{2} = \frac{\rho q^2}{h_u} + \frac{\gamma h_u^2}{2}$

de que resulta

$$h_{conj} = - \frac{h_u}{2} + \sqrt{\frac{h_u^2}{4} + \frac{2 q^2}{g h_u^2}} \qquad (4)$$

A determinação de h_{conj} a partir de h_u pode ser feita gràficamente a partir da representação da função $\frac{M}{b} = F(h)$ para q constante (Pontos 3 e 4 da Figura 3).

Uma vez traçada a curva de regolfo do regime rápido com início na secção contraída, a secção de localização do ressalto é aquela em que a profundidade do escoamento em regime rápido é h_{conj}.

Na Figura 1 traçou-se — além das linhas das profundidades crítica, uniforme e conjugada — a superfície livre do líquido.

No gráfico H = H (h) da Figura 2 representaram-se os pontos correspondentes às secções 1, 2, 3 (montante do ressalto) e 4 (regime uniforme a jusante do ressalto); representaram-se ainda a traço grosso o regolfo do regime rápido a jusante da comporta e o regolfo de elevação em regime lento a montante, que tende assintòticamente para o regime uniforme (ponto ∞).

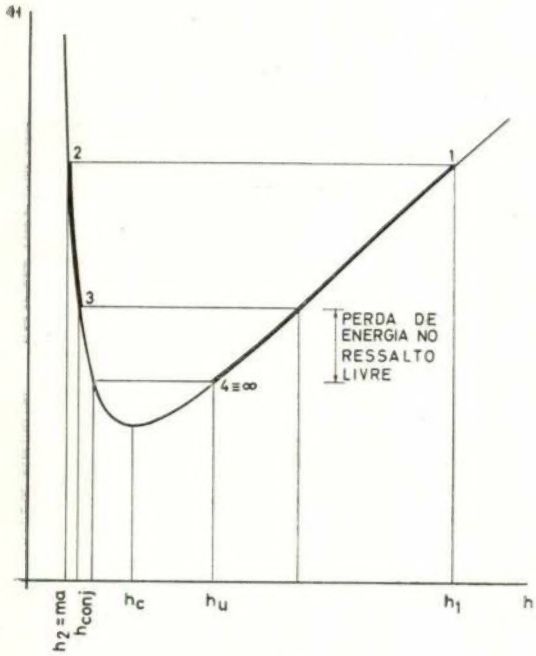


Fig. 2

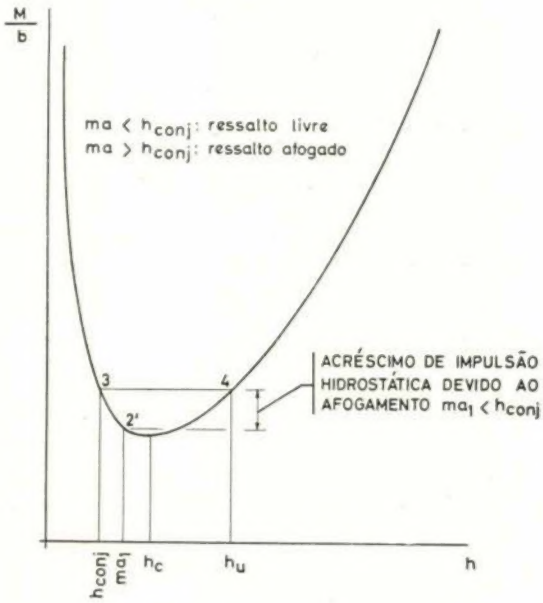


Fig. 3

Na Figura 1 representou-se a tracejado o escoamento, ainda do mesmo tipo, que se obteria para uma maior abertura livre sob a comporta. O ressalto aproxima-se da comporta: é mais próxima desta a secção em que o regolfo do regime rápido intersecta a linha da profundidade conjugada.

O limite da abertura livre a_L sob a comporta, para a qual terá ainda lugar o ressalto livre, corresponderá à localização deste na secção contraída. A profundidade do escoamento na secção contraída será então a profundidade conjugada

da profundidade uniforme e o valor de a_L será tal que:

$$m\,a_L = h_{conj} = -\frac{h_u}{2} + \sqrt{\frac{h_u^2}{4} + \frac{2\,q^2}{g\,h_u^2}} \quad (5)$$

Se a abertura sob a comporta exceder o valor limite anterior, isto é, se tomar um valor $a_1 > a_L$, o ressalto livre não poderá formar-se: a quantidade de movimento total na secção contraída é inferior (Figura 3, ponto 2') à correspondente à secção de jusante do ressalto (regime uniforme).

A transição do escoamento sob a comporta para o regime lento faz-se, neste caso, por meio de um ressalto afogado, também designado por ressalto submerso, com lugar imediatamente a jusante da comporta. A veia líquida procedente da comporta é coberta por uma zona turbilhonar em que o movimento é dirigido para a comporta, na parte superior, e, em sentido contrário, na parte inferior. O escoamento da veia é acelerado até à secção contraída e, retardado para jusante daquela secção, arrastando consigo a porção inferior da zona turbilhonar; junto da secção em que termina a zona turbilhonar, a veia dilata-se bruscamente, atingindo-se o regime lento de jusante.

A face superior da veia líquida à saída da comporta, como já se referiu, deixa de estar em contacto com a atmosfera e passa a estar coberta de líquido. Esta circunstância provoca o aumento da impulsão hidrostática em relação à situação da veia desafogada, até que a impulsão total atinja o valor que lhe corresponde no regime uniforme (Figura 3).

Quando existe ressalto livre, a influência de jusante não se faz sentir para montante do ressalto, onde o regime é rápido, e, como tal, é comandado por montante. O ressalto afogado permite a influência de jusante sobre montante. Com efeito, a energia específica na secção 2, H_2 igual a H_1, deixa de ser função só de h_2 uma vez que à superfície da veia saída da comporta deixa de reinar a pressão atmosférica; essa energia dependerá também das características da zona turbilhonar que lhe esteja sobreposta.

O estudo do ressalto afogado faz-se na alínea 3.

Nas condições enunciadas, para se determinar se o ressalto é livre ou afogado, basta calcular a profundidade conjugada da profundidade uniforme e compará-la com a profundidade na secção contraída:

$m\,a < h_{conj}$, o ressalto é livre.
$m\,a > h_{conj}$, o ressalto é afogado.

É interessante notar que ocorre o ressalto afogado quando a abertura livre a_0 sob a comporta é tal que o escoamento rápido com superfície livre na secção contraída se faria com uma energia específica igual à do regime uniforme

$$H_u = h_u + \frac{q^2}{2g\,h_u^2} = m\,a_0 + \frac{q^2}{2g\,m^2\,a_0^2}$$

Com efeito, é $m\,a_0 > h_{conj}$, como se passa a justificar.

A energia específica correspondente ao regime uniforme é inferior à correspondente à profundidade conjugada da profundidade uniforme, pelo facto de existir perda de energia no ressalto:

$$H_u = h_u + \frac{q^2}{2g\,h_u^2} = m a_0 + \frac{q^2}{2g\,m^2 a_0^2} <$$

$$< h_{conj} + \frac{q^2}{2gh^2_{conj}}$$

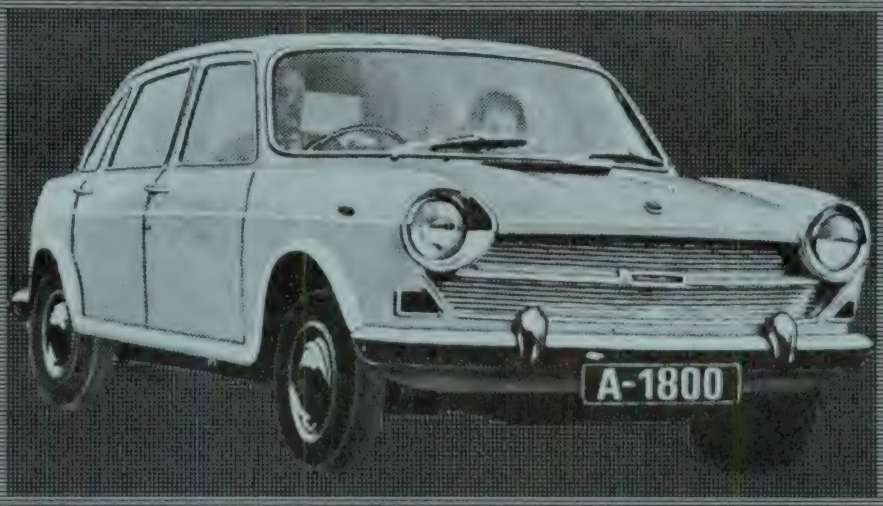
Como, em regime rápido, a energia específica cresce quando a profundidade diminui, tem-se $h_{conj} < m\,a_0$.

Mesmo sem recorrer à noção de profundidade conjugada, demonstra-se fàcilmente que não é possível que, para a abertura a_0 sob a comporta, o escoamento se realize com ressalto livre. Com efeito, se se verificasse esse tipo de escoamento, a energia específica teria o mesmo valor H_u a montante da comporta (ou na secção contraída) e a jusante do ressalto. Esta condição é incompatível com a existência de perda localizada de energia no ressalto e com o facto de as perdas contínuas ao longo do regolfo em regime rápido excederem o declive do leito (igual à perda unitária no regime uniforme) por as profundidades no regolfo serem inferiores à profundidade uniforme.

3 — ESCOAMENTO COM RESSALTO AFOGADO

Na alínea 2, descreveu-se o fenómeno designado por ressalto afogado e indicou-se que, num canal de declive fraco, teria lugar a jusante de uma comporta sob a qual a abertura livre fosse superior ao valor a_L dado pela fórmula (5), desde

AUSTIN 1800



Conjunto transversal–motor–caixa–diferencial montado à frente ▪ Tracção dianteira ▪ Rodas independentes ▪ Baixo centro de gravidade ▪ Rodado largo ▪ Aceleração e travagem excelentes ▪ SUSPENSÃO HYDROLASTIC |Pat. registada|

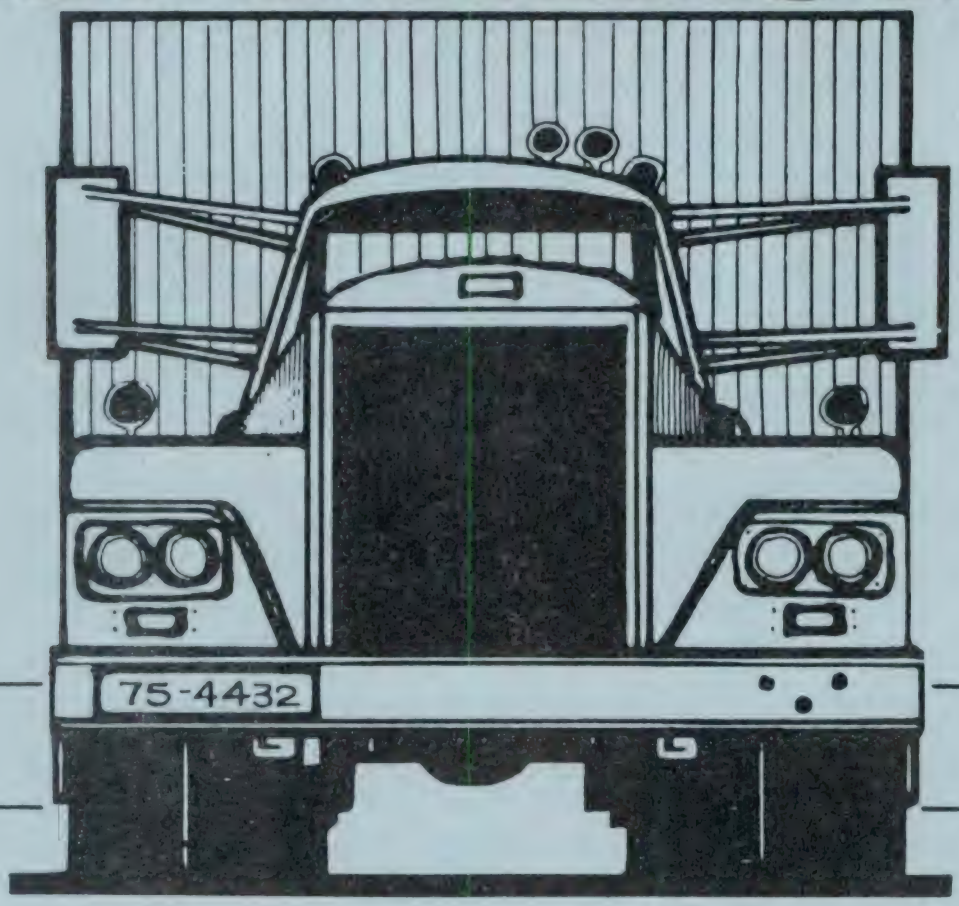
O CARRO DO ANO

DISTRIBUIDORES GERAIS J. J. GONÇALVES SUCESSORES

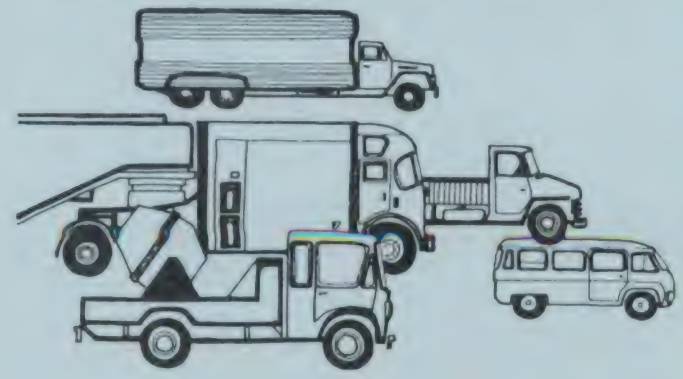
Lisboa • Porto • Évora • Braga • Santarém — Agentes em todos os distritos

NOVO

BP VANELLUS



UM NOVO ÓLEO CRIADO ESPECIALMENTE PARA FROTAS MISTAS



A BP acaba de lançar no mercado mundial um novo óleo lubrificante, o BP Vanellus, criado especialmente para veículos com motores diesel e a gasolina. Para conseguir a sua formulação, os engenheiros do Centro de Pesquisas da BP, em Sunbury, passaram anos a estudar os problemas específicos relacionados com os motores utilizados nas mais diversas operações de transporte. Realizaram experiências exaustivas sob todas as condições possíveis, provando de modo indiscutível que o novo óleo é superior aos melhores óleos, do mesmo tipo, existentes no mercado.

que o troço a jusante tivesse comprimento suficiente para nele se estabelecer o regime uniforme.

O estudo do ressalto afogado a jusante de comportas foi realizado por WOYCICKI em 1931 (in JAEGER 1954, p. 160), SMETANA (1935) e ESCANDE (1938).

Nesse estudo, além das hipóteses da alínea 2, admite-se que, do ponto de vista da energia cinética, da quantidade de movimento e da distribuição de pressões, o líquido na zona turbilhonar superior estaria em repouso.

Apresentam-se a seguir as expressões (7) a (11), tal como foram estabelecidas por ESCANDE, que obteve a sua comprovação experimental.

Designa-se por h'_2 a profundidade total na secção contraída (secção 2 da Figura 4), incluindo a zona turbilhonar.

Tendo em atenção as hipóteses admitidas, aplica-se o teorema de EULER ao volume compreendido entre a secção contraída (secção 2) e a secção a jusante do ressalto afogado (secção 3), em que no caso em consideração se verifica o regime uniforme. As expressões seguintes não são, porém, restritas a esta condição, pelo que se usa a notação h_3 em vez de h_u.

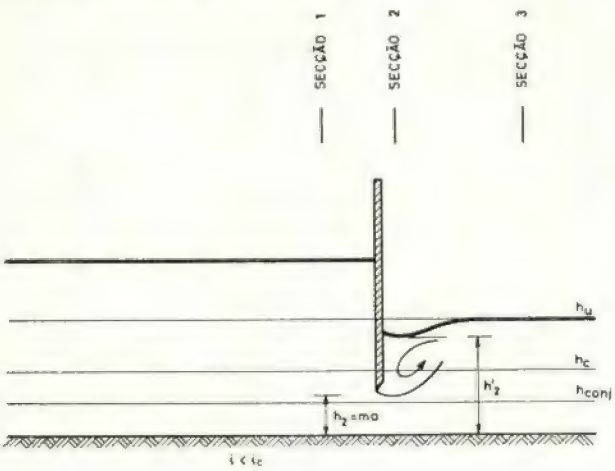


Fig. 4

Pela aplicação do referido teorema, obtém-se a expressão

$$\rho\, Q\, U_2 + \gamma\, b\, \frac{h'^2_2}{2} = \rho\, Q\, U_3 + \gamma\, b\, \frac{h_3^2}{2}$$

equivalente a

$$\frac{q}{g}\,(U_3 - U_2) = \frac{1}{2}\,(h'^2_2 - h_3^2) \qquad (6)$$

Por ser $q = U_3\, h_3 = U_2\, h_2$ e $h_2 = m\,a$, a expressão anterior transforma-se em

$$h'^2_2 = h_3^2 - \frac{2\,q^2}{g} \cdot \frac{h_3 - m\,a}{h_3\, m\, a} \qquad (7)$$

que permite calcular h'_2.

A energia em relação ao fundo na secção contraída calcula-se por

$$H_2 = h'_2 + \frac{q^2}{2g\, m^2 a^2} \qquad (8)$$

e considera-se igual, de acordo com uma das hipóteses admitidas, à energia específica na secção 1,

$$H_1 = H_2 = h'_2 + \frac{q^2}{2g\, m^2\, a^2} \qquad (9)$$

A profundidade a montante obtém-se, por via analítica ou gráfica, a partir da expressão

$$H_1 = h_1 + \frac{q^2}{2g\, h_1^2} \qquad (10)$$

Estabelece-se ainda a expressão da perda de energia no ressalto afogado; esta perda será

$$\Delta H = \left(h'_2 + \frac{U_2^2}{2g}\right) - \left(h_3 + \frac{U_3^2}{2g}\right)$$

A expressão anterior, se se considerar (6) e se se realizarem algumas transformações [1], toma a forma

$$\Delta H = \frac{(U_2 - U_3)^2}{2g} - \frac{(h_3 - h'_2)^2}{2h_3} \qquad (11)$$

Fazendo $h_3 = h_u$, a expressão (7) é equivalente a (4), no limite entre o ressalto livre e o ressalto afogado em que é

$$h_2 = m\,a = h_{conj} = h'_2$$

---

[1] A expressão (6) equivale a

$$\frac{U_3\,(U_2 - U_3)}{g} = \frac{h_3^2 - h'^2_2}{2h_3}$$

que por sua vez equivale a

$$\frac{U_3 U_2}{g} - \frac{U_3^2}{2g} - \frac{U_3^2}{2g} - h_3 = -\frac{h_1}{2} - \frac{h'^2_2}{2h_3}$$

Somando $\frac{U_2^2}{2g} + h'_2$ a ambos os membros da expressão anterior, obtém-se uma outra

$$\left(\frac{U_2^2}{2g} + h'_2\right) - \left(\frac{U_3^2}{2g} + h_3\right) =$$

$$= \frac{U_2^2}{2g} + h'_2 - \frac{U_3\, U_2}{g} + \frac{U_3^2}{2g} - \frac{h_3}{2} - \frac{h'^2_2}{2h_3}$$

que equivale a (11).

A expressão (11) é também válida para o ressalto livre: desde que se faça $h_2 = h_{conj} = h'_2$, transforma-se na expressão clássica da perda de energia no ressalto livre

$$\Delta H = \frac{(U_2 - U_3)^2}{2g} = \frac{(h_3 - h_2)^2}{2h_3} = \frac{(h_3 - h_2)^3}{4h_3 h_2}$$

Quando a diferença $h_3 - h'_2$ é pequena em relação a h_3, a perda localizada de energia (11) reduz-se pràticamente ao seu primeiro termo, ou seja, à perda de BORDA; por outro lado, se h'_2 iguala pràticamente h_3, está-se perante o problema de dois reservatórios ligados por um orifício submerso, nos quais as velocidades não sejam desprezáveis. Este problema é estudado considerando que o escoamento se realiza com a perda localizada de BORDA relativa às velocidades na secção contraída e no reservatório de jusante, verificando-se, portanto, pràticamente, coincidência entre este estudo e o realizado a partir do ressalto afogado.

A designação de ressalto afogado deriva da de ressalto livre, através do qual se faz, num escoamento com superfície livre, a passagem do regime rápido para o regime lento. No ressalto afogado, não se define regime rápido, mas podem considerar-se dois casos: a espessura da veia na secção contraída (sem incluir a zona turbilhonar) é inferior ou é superior à profundidade crítica. Por analogia com o ressalto livre, ser-se-ia levado a reservar a designação de ressalto afogado sòmente para o primeiro caso anterior.

O segundo caso, do ponto de vista dos fenómenos em causa, pode ser estudado da mesma forma, sendo, portanto, aplicáveis as equações (7) a (11). Porém, diminuindo — equação (7) — a diferença $h_3 - h'_2$ com o aumento de $h_2 = m\,a$, este segundo caso pode normalmente ser considerado como o de dois reservatórios ligados, a que já se fez referência, e em que se entra em conta sòmente com a perda de BORDA.

Com efeito, para o caso de a espessura da veia na secção contraída ser igual à profundidade crítica, $h_2 = m\,a = h_c$, a expressão (7) pode escrever-se aproximadamente

$$h_3 - h'_2 = \frac{h^2_c}{h^2_3}\,(h_3 - h_c) \qquad (12)$$

desde que se tenha feito a substituição $q^2 = g\,h^3_c$ e se tenha considerado a aproximação $h_3 + h'_2 = 2h_3$.

A introdução da expressão (12) em (11) e a consideração das igualdades $\sqrt{g\,h^3_c} = U_2\,h_2 = U_3\,h_3$ conduz a

$$\Delta H = \frac{1}{2}\,\frac{h_c}{h^2_3}\,(h_3 - h_c)^2 - \frac{1}{2}\,\frac{h^4_c}{h^5_3}\,(h_3 - h_c)^2$$

O segundo termo é igual ao primeiro, correspondente à perda de BORDA, multiplicado pelo cubo do quociente $h_c : h_3$, que já é inferior à unidade.

4 — ESCOAMENTO SEM RESSALTO

Supõe-se nesta alínea que o troço do canal a jusante da comporta é muito curto, podendo desprezar-se nele as perdas contínuas de energia; este troço terminaria por uma queda ou seria seguido de um canal de declive forte.

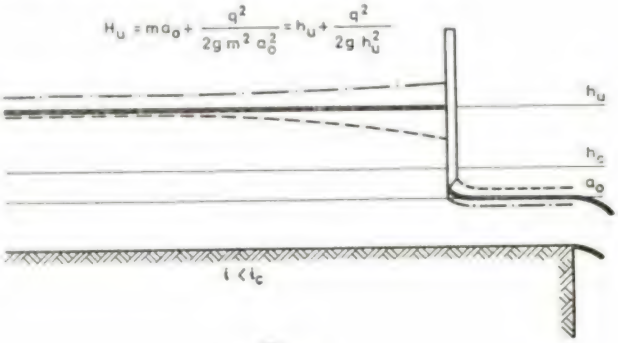


Fig. 5

Nestas condições, a profundidade máxima a jusante da secção contraída será a profundidade crítica, não tendo lugar o escoamento com ressalto.

Admitidas as hipóteses da alínea 2 relativas ao cálculo das energias, tem-se

$$H_1 = H_2 = m\,a + \frac{q^2}{2g\,m^2 a^2} = h_1 + \frac{q^2}{2g\,h^2_1}$$

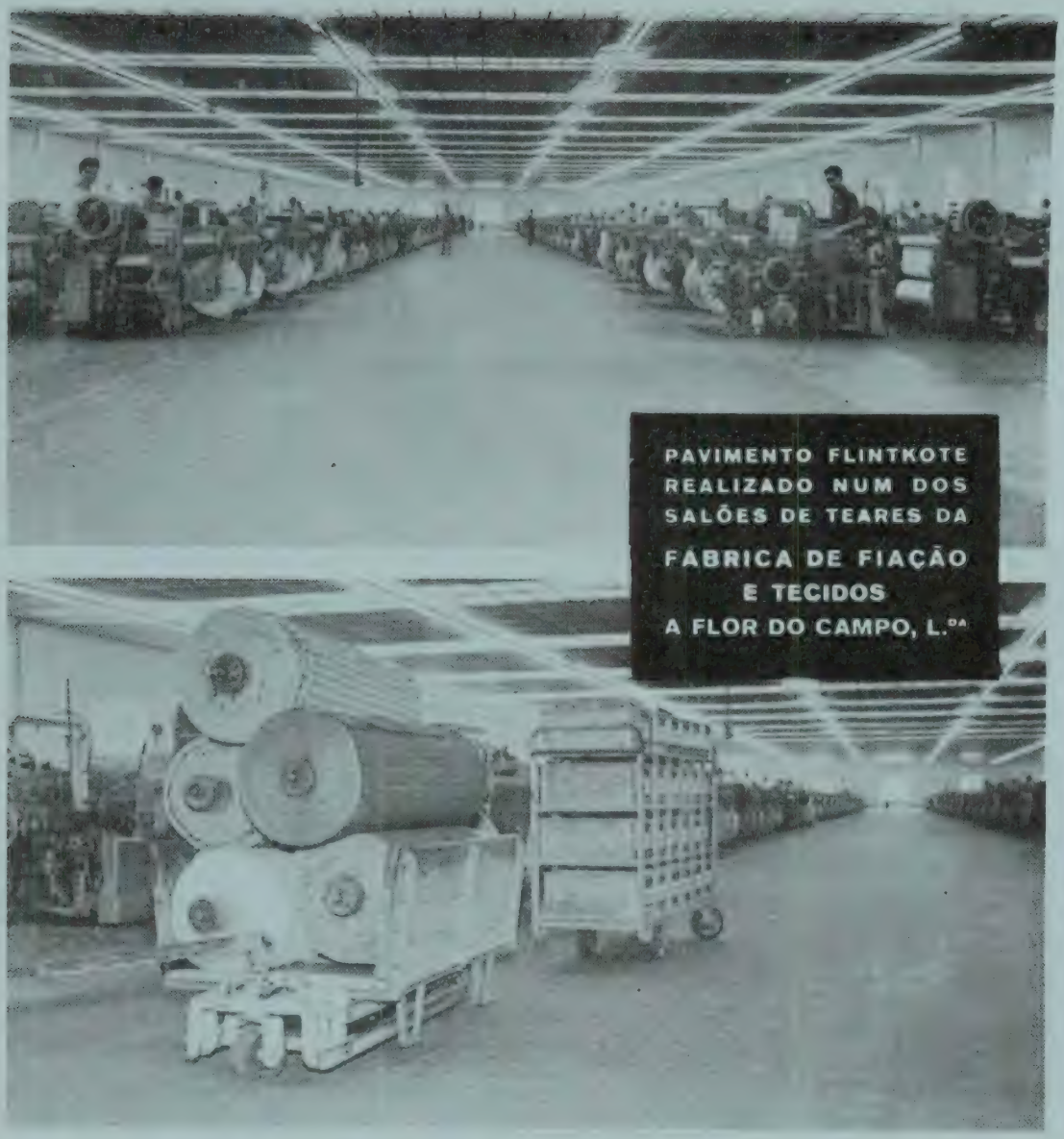
e, consoante o valor da abertura livre *a* sob a comporta, poderá ter lugar a montante o regime uniforme ($a = a_0$) ou regolfos de elevação ($a < a_0$) ou de chamada ($a > a_0$) — Figura 5.

BIBLIOGRAFIA

ESCANDE, L. — *Étude Théorique et Expérimentale de l'Écoulement par Vanne de Fond.* «Revue Générale de l'Hydraulique». N.º 19. 20 e 21. 1938.

JAEGER, C. — *Hydraulique Technique.* Dunod. Paris. 1954.

SMETANA, J. — *Types Modernes de Barrages Mobiles.* XVI Congresso Internacional de Navegação. Bruxelas. 1935.



pavimentos

FLINTKOTE

SHELL

RESISTENTES À ABRASÃO, CHOQUE E TRÁNSITO PESADO. NÃO FISSURAM, NÃO PRODUZEM POEIRAS. IMPERMEÁVEIS, INCOMBUSTÍVEIS E INSONOROS. ANTIDERRAPANTES, HIGIÉNICOS E DE MANUTENÇÃO FÁCIL E ECONÓMICA.

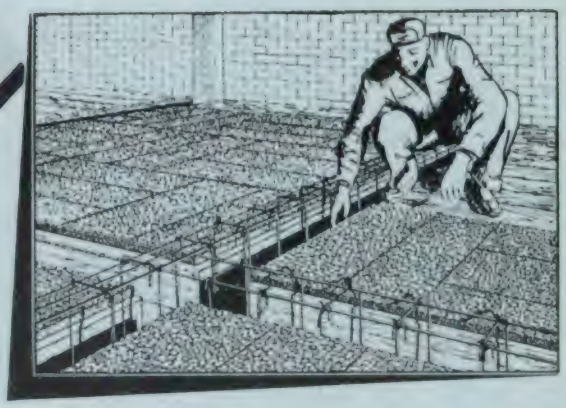
SHELL PORTUGUESA, S. A. R. L. AV. DA LIBERDADE, 249 - TEL. 73 69 45 - LISBOA
RUA SÁ DA BANDEIRA, 706-1.º - TEL. 2 04 31 - PORTO

NUMA BOA CONSTRUÇÃO
O MELHOR ISOLANTE

Aglomerado negro de cortiça

isolamentos

TÉRMICOS • ACÚSTICOS • VIBRÁTICOS



ISOLA

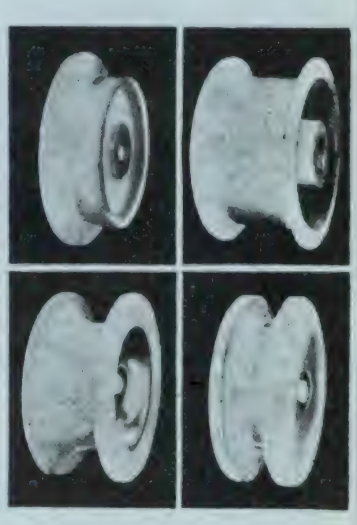
SOCIEDADE COMERCIAL DE ISOLAMENTOS DE CORTIÇA, LDA.
AV. ANTONIO AUGUSTO DE AGUIAR, 17 - LISBOA
TEL: 53 71 91/6

O NOSSO GABINETE TÉCNICO ESTÁ À VOSSA DISPOSIÇÃO

Roda de nylon PEVOLON Indestrutível

resistência ao desgaste
inquebrável
quimicamente resistente
ausência de manutenção
não enferruja
elevada capacidade de carga

Para informações mais pormenorizadas ou sugestões sobre a aplicação das nossas rodas e perfis peça-nos o folheto «Roda de nylon especial PEVOLON»
Enviá-lo-emos sem qualquer compromisso



RÄDER - VOGEL
Hamburgo — Alemanha

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS EM PORTUGAL

METEORO SOCIEDADE TÉCNICA METALÚRGICA Lda
R. Conde Redondo, 14 3.º-D.
LISBOA - Tel. 732386

C. D. U. 621.314.212.017.7.004.6

AQUECIMENTO DE TRANSFORMADORES IMERSOS EM ÓLEO

Por HENRIQUE TELLES ANTUNES
Eng.º Electrotécnico (I.S.T.)

RESUMO

É apresentada neste artigo a teoria do aquecimento de transformadores, destinada a fundamentar o cálculo da perda de vida dos transformadores da Companhia Nacional de Electricidade em várias condições de funcionamento, bem como a definir os critérios de utilização desses transformadores que conduzam à máxima economia de exploração.

São tratadas várias questões referentes ao estabelecimento das equações a utilizar no cálculo. Entre elas destacamos, além da crítica de conceitos, os problemas das perdas, da capacidade calorífica, e da transmissão de calor ao exterior.

SYNOPIS

This paper presents the theory of heating of power transformers, intended to provide a basis for computations of aging of CNE's transformers under various working conditions, as well as to define their most economical loading schedules.

The equations to be used on heating calculations are set here. Further, several questions are dealt with, concerning problems such as losses, specific heats and heat transmission.

0 — INTRODUÇÃO

Na utilização de transformadores de potência e distribuição é tradicional o critério de nunca exceder em serviço a potencia nominal prescrita pelo fabricante, para que eles não sejam danificados por um aquecimento excessivo. Verifica-se no entanto que os transformadores podem funcionar com diagramas de carga diários com pontas superiores à potência nominal sem atingirem temperaturas demasiadamente altas.

Há pois interesse em sobrecarregar os transformadores, tirando assim melhor rendimento da sua capacidade de carga ou do investimento de capital. Contudo a sobrecarga não deve ser levada a extremos tais que a vida útil dos transformadores seja encurtada a ponto de anular os ganhos económicos assim obtidos.

O encurtamento da vida provável dos transformadores depende da sua permanência a altas temperaturas [7]. Desde há vários anos que se calculam temperaturas de funcionamento. Porém a atenção que tem sido prestada ao problema está aquem da sua importância económica.

Tem certa divulgação um método cálculo de temperaturas de transformadores resumido na publicação ASA c 57.92, em relação ao qual têm sido apresentados diversos aperfeiçoamentos. Este método destina-se contudo a calcular simples ordens de grandeza das temperaturas atingidas, sem grandes preocupações de rigor.

Analizam-se neste artigo algumas bases teóricas dos fenómenos de aquecimento de trasformadores, com o fim de averiguar o fundamento de algumas hipóteses frequentemente admitidas nos métodos de cálculo de envelhecimento.

Na teoria desenvolvida faz-se apelo às características dadas normalmente para os transformadores, e ainda a valores que não são dados usualmente, como as massas do cobre dos enrolamentos e temperaturas na parte inferior dos transformadores; estas exigências parecem imprescindíveis para a obtenção de resultados dignos de confiança.

Um ponto ficou por tratar convenientemente: a elevação da temperatura dos enrolamentos acima da do óleo. É uma questão relativamente complicada, que se prende com o problema do aquecimento dos enrolamentos em condições de curto circuito; é pois aconselhável estudá-lo noutro artigo.

— EQUAÇÃO GERAL DO AQUECIMENTO DE TRANSFORMADORES

Conforme teremos oportunidade de ver o estado de aquecimento de um transformador de potência imerso em óleo pode ser caracterizado por uma temperatura de referência. O problema da determinação do estado de aquecimento reduz-se assim ao da determinação da temperatura de referência em função do tempo, sendo conhecidas as condições de funcionamento do transformador em estudo.

Para abordar a questão consideramos a equação da conservação do calor, que estabelece a igualdade entre o calor recebido por um corpo numa unidade de tempo e a soma do calor nele acumulado com o calor por ele perdido no mesmo intervalo de tempo:

$$\text{Calor recebido} = \text{Calor acumulado} + \text{Calor perdido} \qquad (1)$$

Esta equação é de validade muito geral. Para a podermos aplicar a um transformador temos de exprimir as diferentes parcelas em função da temperatura de referência e das condições de funcionamento que são conhecidas. Feito isto podemos determinar a temperatura resolvendo a equação (1). Note-se que num dado instante a temperatura não depende só das condições de funcionamento mas também do estado de aquecimento do transformador nos instantes imediatamente anteriores. Por isso (1) é uma equação diferencial na temperatura.

2 — CALOR RECEBIDO

Este termo, que figura no primeiro membro da equação (1), é constituído pelas potências de perdas do ferro e do cobre do transformador considerado, e ainda pela potência calorífica que ele possa receber por outras causas. De entre estas destacamos como única de interesse a absorpção de radiação solar que, embora seja sempre pequena, pode assumir uma importância significativa nos transformadores montados ao ar livre.

2.1 — Perdas no ferro

As perdas do núcleo de ferro dum transformador são devidas aos fenómenos bem conhecidos da histeresis e das correntes de Foucault. Estas originam perdas de carácter resistivo que variam em cada ponto do núcleo em proporção directa do quadrado da indução magnética e inversa da resistência dos circuitos por elas percorridos. Para todo o núcleo variam com o quadrado do fluxo e com o inverso da resistividade. A solução correntemente adoptada para diminuir este tipo de perdas consiste em construir os núcleos com chapas de ferro justapostas e isoladas entre si, com o que se aumentam as resistências referidas.

As perdas por histeresis são proporcionais à área do ciclo de histeresis do diagrama B (H) do ferro usado, área essa que é tanto maior quanto maior for a indução a que o núcleo trabalha, e portanto o fluxo. Para as diminuir usam-se aços-silício em que os ciclos de histeresis têm áreas pequenas.

Tanto num caso como noutro as perdas do núcleo aumentam com o fluxo magnético, do qual dependem quase exclusivamente. Por seu turno estas perdas constituem quase a totalidade das perdas do transformador em vazio.

As perdas do núcleo aumentam não-linearmente com o fluxo magnético, que é muito aproximadamente proporcional à tensão de trabalho.

Suporemos que o fluxo é constante, bem como as perdas que dele dependem, com o que não restringimos grandemente a validade das considerações que estamos desenvolvendo.

Acrescentamos ainda que desprezamos qualquer eventual variação das perdas do ferro com a temperatura do núcleo.

2.2 — Perdas no cobre

As perdas no cobre, atribuíveis quase exclusivamente aos enrolamentos, são devidas em princípio ao efeito Joule. Sendo R_i a resistência do enrolamento i e I_i a corrente que o percorre a potência de perdas referentes a este efeito é dado por:

$$W_{cj} = \Sigma_i R_i I_i^2 \qquad (2)$$

Normalmente os transformadores obedecem com boa aproximação às leis do transformador ideal. As correntes dos enrolamentos variam pois proporcionalmente entre si. Assim o quociente K da corrente I_i para a corrente nominal I_{in} tem o mesmo valor para todos os enrolamentos, o

que nos permite fazer em (2)

$$W_{cj} = K^2 \Sigma_i R_i \cdot I_{in}^2 \qquad (2')$$

em que as correntes nominais I_{in} são evidentemente constantes. Como as tensões dos enrolamentos são constantes em funcionamento normal o factor K é pois o quociente da potência aparente do transformador, ou carga, para a carga nominal.

As resistências R_i são normalmente medidas (com o transformador desligado) por meio duma ponte de Kelvin, portanto em corrente contínua. Se num ensaio com o transformador em curto circuito (corrente alternada), em que as perdas do ferro são nulas, medirmos as correntes dos enrolamentos, podemos calcular o somatório (2) com os valores dos R_i prèviamente medidos. Constata-se que as perdas totais W_c do cobre com o transformador em curto circuito são superiores ao valor W_{cj} calculado por (2). As perdas totais W_c do cobre têm assim a expressão

$$W_c = W_{cj} + W_{cc} \qquad (3)$$

em que a diferença W_{cc} é conhecida pela designação de perdas complementares do cobre. A sua existência é atribuída às alterações que os campos magnéticos alternados provocam na distribuição da corrente nos condutores, ou à existência nestes de correntes de Foucault sobrepostas à corrente principal, que é um conceito equivalente ao primeiro. Um caso particular importante são as correntes de circulação existentes entre vários condutores em paralelo num mesmo enrolamento.

Conformando-nos com uma interpretação simplista dos factos, diremos que em qualquer caso existem nos condutores campos magnéticos alternados derivados das próprias correntes que os percorrem. Tais campos induzem forças electromotrizes e_j que provocam a circulação de correntes de Foucault no interior do cobre, ao longo de circuitos de resistências r_j, pelo que as perdas complementares são dadas por:

$$W_{cc} = \Sigma_j \; e_j^2/r_j \qquad (4)$$

com o somatório estendido não ao conjunto dos enrolamentos i como (2), mas ao conjunto dos circuitos j das correntes de Foucault. Sendo as forças electromotrizes e_j proporcionais em primeira aproximação às correntes dos enrolamentos (o cobre tem permeabilidade magnética constante), as perdas complementares W_{cc} são assim proporcionais ao quadrado do factor K considerado em (2'), tal como as perdas de Joule W_{cj}. As perdas totais do cobre, dadas por (3), são portanto proporcionais ao quadrado de K.

Vejamos agora como variam estas perdas com a temperatura. Acabamos de ver que as perdas totais W_c do cobre são a soma de duas parcelas W_{cj} e W_{cc}, dadas respectivamente por (2) e (4). Destas equações vemos que as perdas dependem da resistência dos enrolamentos, que varia com a temperatura a que eles se encontram, e ainda de correntes e forças electromotizes proporcionais à carga K do transformador.

Está bem verificada, em primeira aproximação, a dependência linear entre a resistência e a temperatura, que pode ser expressa sob a forma:

$$R = A + Bt = B(t - T) \qquad (5)$$

com

$$T = -A/B \qquad (6)$$

(ver por exemplo [1], pág. 223 et seq.). T é uma constante característica do material que constitui o condutor, e que tem o significado físico da temperatura à qual a resistência se anularia completamente, se tal extrapolação fosse válida a temperaturas tão baixas. Para o cobre tem o valor $-234{,}5\,°C$.

Se nos for dada a resistência Ro de um condutor à temperatura t_o, a resistência R à temperatura t é dada, em virtude de (5), por

$$R = R_o \frac{t - T}{t_o - T} \qquad (7)$$

Nestas condições podemos em (2) pôr em factor comum o termo de correcção de temperatura $(t - T)/(t_o - T)$, visto que ele afecta igualmente todas as resistências R_i. Da mesma forma podemos em (4) pôr em factor comum o inverso do termo referido. Designando agora por W_{jno} e W_{cno} as perdas de Joule e complementares à carga nominal e temperatura t_o temos, de (2), (2'), (3) e (4):

$$W_c = \left(W_{jno} \frac{t - T}{t_o - T} + W_{cno} \frac{t_o - T}{t - T} \right) K^2 \qquad (8)$$

Ao pôr K^2 em factor comum estamos admi-

tindo que o transformador é um transformador ideal, com corrente magnetizante nula e razão de transformação constante, tendo pois o factor $K = I/I_n$ o mesmo valor para todos os enrolamentos. Esta hipótese é em geral bem verificada na prática.

À equação (8) podemos dar a forma:

$$W_c = [(W_{jno} + W_{cno}) + \left(\frac{W_{jno}}{t_o - T} - \frac{W_{cno}}{t - T}\right)(t - t_o)] \cdot K^2 \qquad (9)$$

Fazemos agora

$$W_{no} = W_{jno} + W_{cno}$$

$$\alpha = \frac{W_{jno} - W_{cno}}{(W_{jno} + W_{cno})(t_o - T)} \qquad (10)$$

Substituindo (10) em (9) obtemos a relação aproximada:

$$W_c = W_{no}\,[1 + \alpha \cdot (t - t_o)] \cdot K^2 \qquad (11)$$

Temos assim uma expressão linear em t, obtida de (8) por substituição do denominador $t - T$ pela qualidade próxima $t_o - T$. A equação (11) é uma aproximação bastante satisfatória de (8). Resta dizer que (8) é deduzida com base em premissas de validade duvidosa. No entanto dá resultados suficientemente exactos para o seu uso ser preconizado por normas.

2.3 — Radiação solar

Os transformadores de que nos estamos ocupando recebem energia por absorpção de radiação que incide sobre a sua superfície. A potência assim recebida é sempre pequena em relação às perdas, só assumindo uma certa importância nos transformadores montados ao ar livre e sujeitos à radiação solar.

O calor recebido por um corpo por absorpção de radiação é proporcional à área da superfície exposta à radiação e à intensidade desta. No caso que nos interessa temos dois tipos de radiação solar a considerar, a radiação directa, formada por raios paralelos vindos do sol, e a difusa, difundida como o nome indica pela atmosfera e objectos próximos do transformador.

A potência da radiação solar directa que incide num transformador é igual ao produto da sua intensidade Q_{dir} pela área A' da projecção da superfície exposta do transformador sobre um plano perpendicular à direcção dos raios solares. Da mesma forma a potência da radiação difusa é igual ao produto da sua intensidade Q_{dif} pela área exposta A'', que em geral não é igual a A' pois a radiação difusa incide na superfície exposta vinda de todas as direcções compreendidas num ângulo sólido finito, e não de uma direcção determinada.

Da potência total da radiação incidente é absorvida a fracção a, e reflectida ou difundida a parte restante. A potência recebida por um transformador por absorpção de radiação solar é portanto:

$$W_s = a \cdot (Q_{dir} \cdot A' + Q_{dif} \cdot A'') \qquad (12)$$

O factor a, compreendido em 0 e 1 pela sua definição, chama-se coeficiente de absorpção e é característico da natureza da superfície considerada.

A área total A da superfície de um transformador é sempre maior que as áreas A' e A'', em especial nos transformadores com permutadores de calor para refrigeração por ar. Nestas máquinas os permutadores têm superfícies profundamente reentrantes, tendo por isso uma área total várias vezes superior a A' ou A''. Existem métodos analíticos rigorosos para calcular estas duas áreas, que não citaremos por ser o seu emprego impraticàvelmente trabalhoso. Com efeito, (a) os transformadores têm formas muito complicadas, cuja definição exige a consideração de muitas grandezas geométricas. (b) ao contrário de A'' a área A' não é constante e característica do transformador considerado, visto depender da posição do sol que tem de ser definida em função do tempo por dois parâmetros (azimute e altura). (c) o cálculo das áreas expostas, já de si muito complicado, não é fácil de estandardizar pois diferentes transformadores têm em geral entre si grandes diferenças de forma, dimensões, orientação geográfica e objectos próximos.

O cálculo das áreas expostas, praticável em sistemas físicos de formas simples, está aqui fora de questão. É contudo viável, ao menos em princípio, defini-las por meio de ensaios no local onde os transformadores estão instalados, embora tais ensaios possam ser difíceis de executar.

Nas presentes circunstâncias e dada a pequena

importância do calor solar em relação às perdas, é prático considerar, em vez das intensidades das radiações directa e difusa, simplesmente o valor global Q_t da radiação solar, medido em função do tempo por um instrumento cujo elemento sensível tem uma superfície exposta plana e horizontal. Podemos assim definir aproximadamente por ensaio ou por cálculo expedito, uma área exposta A'' equivalente a uma área plana e horizontal, por forma que o calor solar recebido no transformador seja dado aproximadamente por:

$$W_s = a \,.\, A''' \,.\, Q_t \qquad (13)$$

Esta fórmula, em princípio menos rigorosa que (12), tem certamente sobre esta a vantagem de ser aplicável. Visto que W_s é um termo correctivo relativamente pequeno a somar às perdas totais $W_f + W_c$, os erros cometidos no seu cálculo, mesmo que sejam grandes relativamente a W_s, são pequenos em relação ao total $W_f + W_c + W_s$. Podemos considerar inútil o cálculo de W_s quando os seus erros ultrapassam $\pm 100\,\%$; no entanto (13) permite aproximações bem melhores.

Damos ainda valores da intensidade da radiação solar. A intensidade da radiação que atinge os limites exteriores da atmosfera é aproximadamente constante e igual a 2 calorias por minuto e por centímetro quadrado de área perpendicular à direcção dos raios solares (constante solar). A intensidade máxima da radiação que atinge o solo é menor; referimos como exemplo o valor 1,53 cal. $cm^{-2} . min^{-1}$, média horária máxima da intensidade da radiação global em Coimbra em Julho de 1940 (ver [6], pág. 81).

3 — CALOR ACUMULADO

Consideremos um corpo de massa M, constituído por um material homogéneo de calor específico c. Suponhamos que o corpo se encontra primeiramente à temperatura uniforme T_a, sendo depois aquecido. Suponhamos também que ao fim dum tempo suficientemente longo o corpo atingiu a temperatura uniforme T. Nestas condições o calor dado ao corpo para o aquecer é expresso por:

$$q = M \,.\, c \,.\, (T - T_a) \qquad (14)$$

O calor fica assim armazenado no corpo, que o cederá integralmente quando a sua temperatura baixar de T a T_a.

Se eventualmente a temperatura não tiver o mesmo valor em todos os pontos do corpo, o calor acumulado é dado pela seguinte generalização de (14):

$$q = \int c\,(T' - T_a)\,dM = \int cT' \,.\, dM - Mc \,.\, T_a \qquad (15)$$

em que a temperatura T' é função de ponto, e o integral é estendido a todo o corpo. Se igualarmos as expressões (14) e (15) obtemos a equação:

$$T = \frac{1}{M \,.\, c} \int c\,T'\,dM = \int \frac{T'\,dM}{M} \qquad (16)$$

Define-se deste modo a temperatura média T como sendo a que substituída em (14) conduz ao valor correcto do calor acumulado no corpo. Como vemos T não depende de T_a.

Um transformador é em geral constituído por vários corpos em presença, tais como o núcleo, enrolamentos, óleo e cuba, que podemos considerar como homogéneos, e que podem trocar calor entre si. O calor acumulado no transformador pode pois ser expresso por um somatório de termos do tipo (14), estendido a todos os corpos e onde as temperaturas consideradas são as médias definidas por (16). Vem:

$$q = \sum_i c_i \,.\, (T_i - T_a) \,.\, M_i \qquad (17)$$

Na realidade não nos interessa directamente o calor armazenado no transformador mas sim a potência calorífica (dq/dt), isto é,

$$Q_a = (dq\,/\,dt) = \sum_i c_i\, M_i\, (\dot{T}_i - \dot{T}_a) \qquad (18)$$

em que $\dot{T}_i$ e $\dot{T}_a$ são as derivadas de T_i e T_a em ordem ao tempo.

É claro que, se tomarmos como referência uma temperatura T_a constante e se considerarmos c_i como constantes, (18) toma a forma

$$Q_a = \sum_i c_i \,.\, M_i \,.\, \dot{T}_i \qquad (19)$$

Para podermos aplicar as equações (18) e (19) aos transformadores imersos em óleo passamos em seguida ao estudo da distribuição de temperaturas dum transformador.

3.1 — Distribuição de temperaturas

Consideremos um exemplo típico de transformador de potência imerso em óleo, como o representado na 1 (a). O transformador é constituído por um núcleo *n* e enrolamentos *e*, conjunto este que está encerrado na cuba *c*, cheia de óleo. Exteriormente à cuba há um permutador de calor *p*, refrigerado do ar, onde o óleo circula e é arrefecido. O permutador é constituído por um bloco único, ligado à cuba *c* por duas condutas, uma alta *ca* e outra baixa *cb*, onde o óleo circula no sentido indicado pelas setas. A cuba e o permutador estão totalmente cheios de óleo, que pode circular entre o núcleo e os enrolamentos bem como em canais no interior destes órgãos.

Esta disposição construtiva do permutador é bastante vulgar embora não seja a única usada. Consideramo-la aqui por que as observações que fazemos a seguir lhe são aplicáveis mais directamente que a outros tipos. Voltaremos a este assunto no fim da presente secção (3.1).

O calor libertado no núcleo e enrolamentos é transmitido ao óleo, deste às paredes da cuba e do permutador, e finalmente ao exterior. Nestas circunstâncias o núcleo e os enrolamentos encontram-se a temperaturas mais altas que o óleo. Se imaginarmos no transformador da figura 1 (a) um corte por um plano horizontal segundo BC, a distribuição das temperaturas ao longo do plano é do tipo da representada figura 2. Na figura estão representadas em pormenor as distribuições de temperatura típicas das paredes duma cuba, dum permutador para refrigeração por ar, e duma serpentina para refrigeração por água.

A uma dada altura do transformador podemos considerar a temperatura do óleo como igual em todos os pontos, à excepção de finas películas aderentes às superfícies sólidas (ver figura 2). Não queremos com isto afirmar que não haja outras

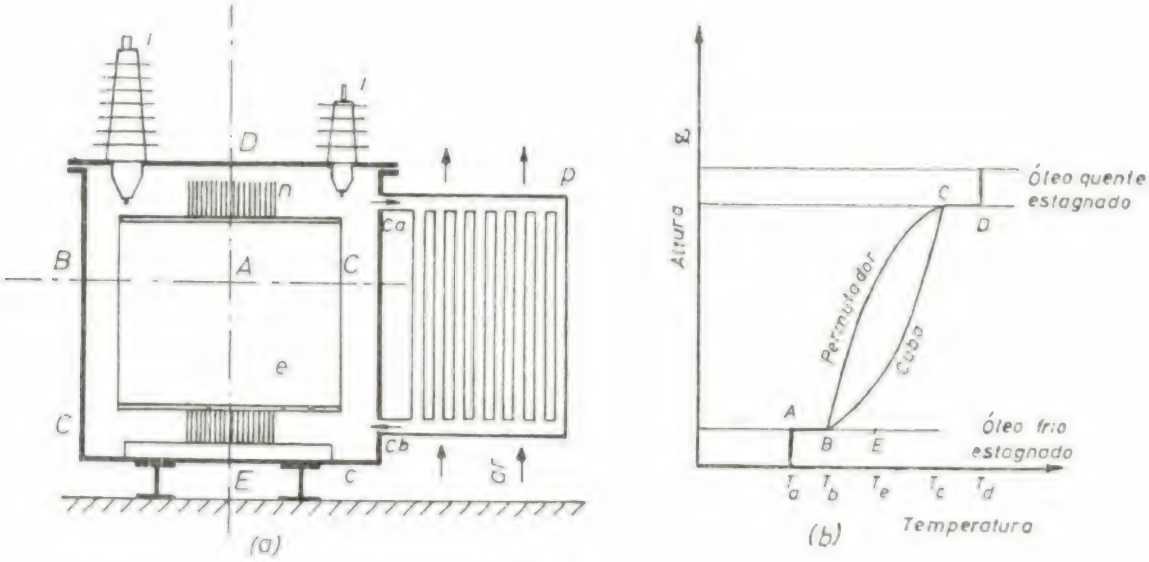


Fig. 1

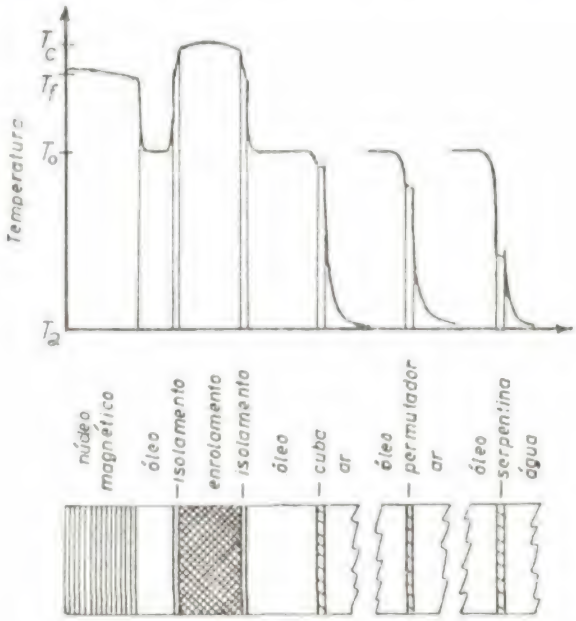


Fig. 2

diferenças de temperatura no óleo a uma dada cota, mas apenas que não interessa considerar aqui tais diferenças.

O óleo que está contido na cuba aquece ao contacto com o núcleo e enrolamentos. Sendo positivo o seu coeficiente de dilatação, sofre assim uma diminuição de densidade, e portanto uma impulsão hidrostática directamente proporcional ao aumento de temperatura sofrido. Como no permutador se passa o mesmo fenómeno em sentido inverso, o óleo entra em circulação, percorrendo as condutas (figura 1 (b)) no sentido indicado pelas setas.

A esta situação corresponde a distribuição de temperaturas em função da altura que está representada na figura 2. Ao entrar na cuba pela conduta baixa *cb* o óleo vem frio, sendo máxima a diferença de temperaturas entre ele e o núcleo ou enrolamentos. Como a potência calorífica transmitida ao óleo aumenta com a diferença de temperaturas, este aquece mais ràpidamente com a altura na parte inferior da cuba que na superior, acontecendo o inverso no permutador. A temperatura do óleo varia assim entre um mínimo no ponto b e um máximo no ponto c, sendo essa variação traduzida por um ciclo, isto é, o caminho da ida no diagrama (T,Z) não coincide com o da volta.

Como acabamos de ver a impulsão hidrostática I que se exerce em um quilo de óleo é proporcional à elevação de temperatura por ele sofrida. O trabalho executado por essa força durante uma circulação completa é $\oint I\,dz$, diferente de zero, sendo este o trabalho empregado para fazer circular o quilo de óleo contra as resistências devidas à viscosidade. Por vezes esta circulação é julgada insuficiente e reforçada por meio duma bomba instalada numa das condutas.

Suponhamos agora que o transformador da figura 1(a) está a funcionar com carga constante, portanto com perdas constantes, e que o ciclo do diagrama de temperaturas da figura 1(b) tem os extremos nos pontos B e C, às temperaturas T_b e T_c. Se a carga aumentar o tansformador aquece mais e o ciclo referido passa, ao fim de algum tempo, a ter os seu extremos em D e E. Se o transformador voltar a funcionar com a carga primitiva o ciclo de temperaturas volta a ter extremos em B e C como anteriormente, mas na parte superior da cuba ficou estagnada uma porção de óleo quente à temperatura T_d, óleo este que deixa temporàriamente de participar na circulação. Da mesma forma se acumula no fundo do transformador uma camada de óleo frio.

Acabamos de estudar a distribuição de temperaturas no óleo. As temperaturas do núcleo e enrolamentos são mais altas, estando a potência dissipada em cada um destes órgãos directamente relacionada com a diferença da sua temperatura média para a do óleo.

Nos transformadores refrigerados por ar com vários permutadores, são estes ligados à cuba por condutas alta e baixa individuais; neste caso são directamente aplicáveis as considerações que acabamos de fazer. Nos transformadores muito pequenos os permutadores podem assumir formas rudimentares como a de superfície exterior enrugada. As considerações continuam válidas mas já não é fácil definir os pontos onde se devem medir as temperaturas T_b e T_c, o mesmo acontecendo com os transformadores refrigerados por água, em que o permutador (serpentina) é muito pequeno e colocado no interior da cuba. Tanto num caso como noutro devem-se tomar estas temperaturas respectivamente em pontos altos e baixos onde seja forte a velocidade das correntes de convecção. Mais precisamente diremos que as correntes verticais de óleo na cuba são ligadas em cima e em baixo por correntes horizontais. São elas que efectuam o transporte de óleo correspondente ao das condutas *ca* e *cb* da figura 1 (a), e é nelas que devem ser colocados os termómetros.

3.2 — Temperaturas de referência

Pretendemos calcular a potência calorífica acumulada num transformador, dada por (18). Esta equação tem os seus termos expressos não nas temperaturas reais com (15) mas nas temperaturas equivalentes definidas por (16). Do ponto de vista físico o uso destas temperaturas corresponde a considerar não o transformador verdadeiro mas um transformador ideal, constituído de forma semelhante e que satisfaz às condições seguintes: (a) todas as suas características são iguais às do transformador em estudo. Em particular as suas partes constitutivas têm massas e calores específicos iguais às das partes correspondentes do transformador real; (b) cada uma das partes constitutivas é homogénea e tem todos os seus pontos à mesma temperatura, dada por (16).

No somatório da equação (18) vamos considerar apenas as parcelas referentes ao núcleo, aos enrolamentos, ao óleo, e à cuba e permutador. Quaisquer outras partes como isoladores de travessia ou madeiras representam uma pequena percentagem da massa e da capacidade calorífica total, podendo por isso ser desprezados. Para aplicar a equação (18) temos de calcular os valores das temperaturas médias, ou pelo menos das suas derivadas em ordem ao tempo. É o que passamos a fazer.

* * *

Comecemos por considerar o núcleo magnético, de massa M_f e calor específico c_f, que dissipa a potência constante, P_f (ver secção 2.1).

Sejam T_n e T_o respectivamente as temperaturas médias do núcleo e do óleo. A potência calorífica Q_f transmitida do núcleo ao óleo é uma função crescente da diferença $T_n - T_o$. Em regime permanente é também igual à potência dissipada W_f, que por ser constante em funcionamento normal implica a constância da diferença de temperaturas:

$$T_n - T_o = \text{constante} \qquad (20)$$

Derivando em ordem ao tempo obtemos:

$$\dot{T}_n = \dot{T}_o \qquad (21)$$

relação esta que nos permite exprimir T_f em termos de T_o na equação (19), desde que seja válida a hipótese feita de ser $W_f = Q_f$ (regimes permanentes ou de variação lenta).

* * *

Consideremos agora um dos enrolamentos, de calor específico c_c, e cuja massa é M_c. Como vamos ver em seguida a sua temperatura média T_c pode ser medida por métodos indirectos, baseados na variação da resistência com a temperatura.

O enrolamento é constituído por um condutor de secção uniforme S e comprimento L, com densidade γ e resistividade ρ. Se o condutor tiver todos os seus pontos à mesma temperatura T a sua resistência ohmica R é dada por (5), em que A e B são constantes. Não acontece isto num enrolamento real, em que a temperatura T depende da coordenada s do ponto considerado no condutor. Fazendo

$$b = \frac{d\,B}{d\,s} = \frac{B}{L} \qquad \text{com} \quad L = \int ds \qquad (22)$$

podemos assim exprimir a resistência não por (5) mas pela sua generalização

$$R = A + \int_L b\,.\,T\,.\,ds = A + B\,.\,T' \qquad (23)$$

em que T′ é uma temperatura média, definida como sendo a que substituída em (5) conduz ao valor correcto de R. Transcrevemos agora os valores de T′ dado por (23) e T_c dado por (16):

$$T' = \frac{\int_L b\,.\,T\,.\,ds}{B} \qquad (23')$$

$$T_c = \frac{\int T\,.\,dM}{M} \qquad (23'')$$

O integral de (22″) pode ser calculado por troços de condutor de secção S e comprimento ds. A diferencial dM é pois igual a $\gamma\,.\,S\,.\,ds$. Para (23′) e (23″) vem respectivamente, tirando dos integrais os factores constantes e substituindo B e M pelos seus valores:

$$T' = \frac{b\,.\int_L T\,ds}{b\,.\,L} \qquad (24')$$

$$T_c = \frac{\gamma\,.\,S\,.\int_L T\,ds}{\gamma\,.\,S\,.\,L} \qquad (24'')$$

Vemos assim que T′ e T_c são iguais, pelo que podemos utilizar no cálculo do calor acumulado nos enrolamentos a sua temperatura média, calculada por (5) com os valores medidos da resistência R. Ao contrário do caso do ferro, a diferença $T_c - T_o$ não é constante, pelo que se torna necessário calculá-la.

Podemos com boa aproximação admitir que os enrolamentos (ou as bobinas que os constituem) estão normalmente em equilíbrio térmico, pois as suas dimensões são pequenas comparadas com as da totalidade do transformador. Nestas condições a potência calorífica tansmitida por uma bobina ao óleo é igual è potência de perdas no cobre da bobina, dada por (8). A potência trans-

mitida é função crescente da diferença entre as temperaturas médias do cobre e do óleo. Admitindo como primeira aproximação uma relação de proporcionalidade temos:

$$T_c - T_o = (T_{cn} - T_{on}) \cdot K^2 \qquad (25)$$

em que T_{cn} e T_{on} são os valores de T_c e T_o em regime nominal, e K a carga do transformador, expressa em termos da carga nominal como na equação (8).

* * *

Vamos agora calcular a temperatura média do óleo, para o que nos referimos à figura 1. Começamos por constatar que nos transformadores de desenhos típicos o volume de óleo compreendido entre as cotas das condutas *ca* e *cb* é muito maior que qualquer dos volumes de óleo compreendidos acima da conduta *ca* ou abaixo de *cb*. Começamos pois por considerar a primeira porção de óleo.

Tomamos a média T_o das temperaturas do óleo nas duas condutas. Como vimos na figura 1 (b) a variação da temperatura do óleo com a altura não é linear, pelo que a temperatura média T_1 do óleo do permutador (entre as cotas de *ca* e *cb*) não é igual a T_o. Dada a curvatura da referida variação, é T_1 menor que T_o. No caso da porção de óleo da cuba compreendida entre as mesmas cotas a variação da temperatura com a altura é de sentido inverso, pelo que a média T_2 dada por (16) é maior que T_o. Assim, a média dada por (16) para todo o óleo compreendido entre as cotas das condutas (permutador mais cuba) é sensìvelmente igual a T_o.

As porções de óleo da cuba situadas acima da conduta *ca* e abaixo do *cb* têm grandes diferenças de temperatura de uns pontos para outros, devido ao facto de estarem estagnadas. Porém as temperaturas do óleo de cima são em geral não-inferiores às do restante óleo, e as do óleo de baixo são não-superiores. Atendendo a este facto e à circunstância de terem estas porções massas pequenas em relação à totalidade do óleo, podemos adimitir que a média T_o das temperaturas do óleo nas condutas *ca* e *cb* coincide com a temperatura média de todo o óleo, dada por (16). Esta hipótese é ao mesmo tempo a mais correcta (pelas razões apontadas) e a única praticável, visto que qualquer cálculo mais detalhado do calor acumulado no óleo é contigente e falível. Também se não presta a uma aplicação geral pois exige um tratamento particular para cada tranformador. Por último apresentamos mais duas razões à consideração do leitor: (*a*) a média T_o caracteriza bem o estado de aquecimento do transformador, visto que a maior parte do calor perdido é transportado pelo caudal que percorre as condutas; (*b*) é uma temperatura fácil de objectivar por medidas, por meio da instalação de termómetros nas condutas.

Por todas estas razões preferimos tomar a média T_o das temperaturas das condutas como temperatura característica do transformador.

Vários autores têm tomado como temperatura característica não a que estamos considerando mas a temperatura do óleo junto à tampa. Apontámos uma série de razões que levam a preferir a média da temperatura das condutas para referência. Temos contudo de reconhecer à temperatura do óleo junto à tampa três méritos: (*a*) embora caracterizando pior o estado de aquecimento dum transformador, tem um certo interesse subjectivo na medida em que está mais próxima da temperatura máxima dos enrolamentos, que pretendemos conhecer; (*b*) é sempre possível instalar termómetros na tampa dos transformadores imersos em óleo, porque todos a têm. O mesmo não se pode dizer quanto às condutas (indicámos na secção 3.1 a localização mais conveniente para os termómetros dos transformadores sem permutador externo); (*c*) o uso desta referência está já muito espalhado, mesmo em normas.

Os inconvenientes da temperatura do óleo junto à tampa como referência já se têm feito sentir. Assim em [5] toma-se como referência uma «temperatura efectiva do líquido», definida como sendo a média das temperaturas do líquido adjacente às bobinas do transformador, sendo a primeira temperatura simplesmente abandonada.

É mais correcto do ponto de vista formal tomar como referência a média das temperaturas das condutas ou o seu equivalente nos transformadores sem permutador externo. É interessante referir que as diferenças de temperatura do óleo junto à tampa podem ser tão grandes que seja necessário usar vários termómetros criteriosamente distribuídos e tomar a média das suas indicações.

Por último vamos calcular a temperatura média da cuba e do permutador de calor. São

estes órgãos construídos em chapa de aço, de condutividade térmica elevada e com espessura muito menor que as restantes dimensões. Por isso a diferença de temperaturas entre as duas faces das chapas é muito pequena comparada com a diferença de temperaturas entre o óleo e o ambiente; podemos desprezá-la sistemàticamente em face desta última.

A diferença de temperaturas entre o óleo e o ambiente é assim constituída fundamentalmente por duas partes, a queda de temperatura na película de óleo junto à face interna da chapa, e a da película de ar junto à face externa. Ora como o ar tem uma condutividade térmica muito menor que o óleo, para a mesma potência transmitida por metro quadrado de chapa a queda de temperatura na película de ar é maior que na do óleo. A chapa está assim a uma temperatura mais próxima da do óleo que da do ar. Este raciocínio é válido para todas as cubas e para os permutadores refrigerados por ar, mas não para as serpentinas de água (ver figura 2). Contudo estas são de dimensões tão pequenas que nos é lícito desprezá-las.

Em face do que acabamos de expor podemos, em primeira aproximação, considerar a temperatura média da cuba e permutador como igual à temperatura média do óleo, atrás definida. Estamos com isto a introduzir um erro para mais, pois as elevações de temperatura da cuba e permutador acima do ambiente são sistemàticamente menores que as do óleo vizinho em cerca de 15 % segundo dados de Montsinger (ver [2] pág. 301, fig. 9). A dar crédito a este autor bastaria pois afectar dum factor constante 0,85 a diferença de temperaturas entre o óleo e ambiente para termos a diferença de temperatura entre a cuba e o ambiente. Mesmo que o valor 0,85 não seja exacto, podemos admitir que é formalmente correcto o uso de um factor constante. Admitimos que o conjunto da cuba e do permutador é constituído por duas partes distintas, uma em contacto com o óleo e à temperatura deste, a outra à temperatura ambiente. Na primeira incluimos a chaparia e duma forma geral todas as estruturas interiores imersas em óleo, e na segunda as estruturas exteriores de suporte, não em contacto com o óleo. Representamos as suas massas respectivamente por $p.M_{cv}$ e $(1-p).M_{cv}$ em que M_{cv} é a massa total da cuba e permutador, e o factor p está compreendido entre 0 e 1. Assim, o produto da massa M_{cv} pela sua temperatura média é da forma

$$M_{cv} . (T_{cv} - T_a) = p . M_{cv} . (T_o - T_a) \quad (26)$$

ou ainda

$$M_{cv} . T_{cv} = p . M_{cv} . T_o + (1 - p) . M_{cv} . T_a \quad (27)$$

3.3 — Calores especificos

No cálculo do calor acumulado num transformador utilizamos a fórmula (19) cujos termos, referentes cada um a uma das partes constituintes do transformador, são produtos duma temperatura média T por uma capacidade calorífica da forma M.c, em que M é a massa da parte considerada e c o calor específico. Tal como se disse no início da secção anterior as partes a considerar são apenas o núcleo, os enrolamentos, o óleo, e o conjunto de cuba e permutador, constituídas respectivamente por ferro, cobre, óleo e ferro.

Segundo Mc Adams (ver [3], pág. 461) os calores específicos do cobre e do ferro são os dados na tabela junta, para os elementos puros e no estado alotrópico correspondente às temperaturas indicadas (os valores de 50 e 75° foram obtidos por interpolação linear).

TABELA I

Temperatura (°C)	Calor específico cobre	(kcal . kg^{-1} °C^{-1}) ferro
0	0,0919	0,1051
50	0,0931	0,1109
75	0,0936	0,1253
100	0,0936	0,1166
200	0,0965	0,1280
300	0,0988	0,1395

Em ambos os casos o calor específico é função linear da temperatura, como se pode ver da tabela referida, que aqui transcrevemos parcialmente. Tomando o valor 1 kcal $= 1{,}1628.10^{-3}$ kWh podemos exprimir os calores específicos do ferro e cobre respectivamente por

$$c_f = 0{,}1222 . 10^{-3} (1 + 0{,}001094 . T) \quad kWh . kg^{-1} . °C^{-1} \quad (28')$$

$$c_c = 0{,}1069 . 10^{-3} . (1 + 0{,}0002503 . T) \quad kWh . kg^{-1} . °C^{-1} \quad (28'')$$

Inspirando-nos nas temperaturas-limites de funcionamento normal de transformadores publicadas em normas [4], tomamos aqui os valores de 65° para os enrolamentos e núcleo, e 60 C para o óleo e cuba. Com os dados da tabela II temos:

Cobre a 65 °C $c_c = 0{,}0934$ $kcal.kg^{-1}.°C^{-1}$

Ferro a 65 °C $c_f = 0{,}1126$ $kcal.kg^{-1}.°C^{-1}$

O calor específico dos óleos vulgares é dado em $Btu.lb^{-1}.°F^{-1}$ entre 32 °O e 400 °F pela fórmula

$$c_0 = (0{,}388 + 0{,}00045\,t)/\sqrt{d})$$

referida em [8] (secção 7-23), em que t é a temperatura expressa em °F e d a densidade relativa do óleo, ou mais precisamente o quociente da massa específica do óleo a 15 °C pela da água à mesma temperatura. Segundo informações de um fabricante de óleos esta fórmula, em geral relativamente exacta, dá para certo tipo de óleos de transformadores valores superiores aos reais em cerca de 2 %, pelo que a devemos afectar do factor 0,98.

Tomaremos para a densidade do óleo a 15° C o valor $d = 0{,}8873$, média das densidades de 53 amostras de óleo ensaiadas na C.N.E. (os máximos desvios das densidades das amostras em relação a esta média são da ordem de 3%, com um desvio quadrático médio pouco superior a 1%). Assim, atendendo ao que acabamos de expor e ainda a que é $t\,°F = 32 + 1{,}8\,T°C$, e que $1\ Btu.lb^{-1}.°F^{-1} = 1\ kcal.kg^{-1}.°C^{-1} = 1{,}1628 - 10^{-3}\ kWh.kg^{-1}.°C^{-1}$, temos finalmente

$$c_0 = (0{,}4868 + 0{,}00098\,.\,T_0)\,.\,10^{-3}\ kWh.kg^{-1}.°C^{-1} \qquad (28''')$$

com T_0 em °C. Para O e 100 °C (28''') conduz respectivamente aos calores específicos de $0{,}487\,.\,10^{-3}$ e $0{,}585\,.\,10^{-}$ $kWh.kg^{-1}.°C^{-1}$, isto é, 0,419 e 0,503 $kcal.kg^{-1}.°C^{-1}$.

3.4 — Fórmulas do calor acumulado

Conforme o estabelecido na secção 3.2 as partes constitutivas dum transformador a considerar no cálculo do calor acumulado são o núcleo, os enrolamentos, o óleo, e a cuba com acessórios, incluindo o permutador de calor.

A derivada em ordem ao tempo do calor acumulado é dada por (18). Sejam M_n, M_0, M_{cv}, e M_c as massas do núcleo, do óleo, da cuba e acessórios e do cobre, e T_n, T_0, T_{cv} e T_c as respectivas temperaturas médias. Sejam ainda c_f, c_o e c_c os calores específicos do ferro, cobre e óleo, dadas por (28'), (28'') e (28'',). Substituindo em (18) temos:

$$Q_a = c_f\,M_n\,(\dot{T}_n - \dot{T}_a) + c_o\,M_o\,(\dot{T}_o\,\dot{T}_a) + c_f\,M_{cv} - (\dot{T}_{cv} - \dot{T}_a) + c_o\,M_o\,(\dot{T}_c - \dot{T}_a) \qquad (29)$$

T_a é a temperatura de referência considerada (14) e (18), à qual damos aqui o significado de temperatura ambiente. Atendendo a (21) e (26) vem, rearranjando teremos:

$$Q_a = (c_f\,(M_n + pM_{cv}) + c_o\,M_o)\,\dot{T}_o - (c_f\,(M_n + pM_{cv}) + c_o\,M_o + c_c\,M_c)\,\dot{T}_a + c_c\,M_c\,\dot{T}_a \qquad (30)$$

que podemos exprimir sob a forma

$$Q_a = U\,\dot{T}_c - V\,\dot{T}_a + W\,\dot{T}_c \qquad (31)$$

com

$$U = c_f\,(M_n + pM_{cv}) + c_o\,M_o \qquad (32')$$

$$V = c_f\,(M_n + pM_{cv}) + c_o\,M_o + c_c\,M_c \qquad (32'')$$

$$W = c_c\,M_c \qquad (32''')$$

A derivada do calor acumulado no transformador é assim dada por uma soma de três parcelas. A primeira é proporcional à derivada da temperatura média do óleo, considerada representativa do estado de aquecimento do transformador. A segunda é o produto da capacidade calorífica total V pela derivada da temperatura ambiente. A última corresponde ao calor sensível acumulado no cobre, a uma temperatura diferente do óleo.

A parcela da equação (1) correspondente ao calor acumulado, dada por (31), só tem que ser considerada nos regimes de funcionamento em que T_o, T_c, T_a ou K variam no tempo. Se eventualmente todas essas grandezas forem constantes, anula-se Q_a.

(*Continua*)

C. D. U. 621.311.5/91

ELEMENTOS SOBRE A PRODUÇÃO E O CONSUMO DE ENERGIA NA REDE ELÉCTRICA NACIONAL (*)

I — Breve nota mensal

As afluências ao conjunto de todos os aproveitamentos durante o mês de Julho foram as mais baixas dos registos de que dispomos para este mês.

A energia afluente foi apenas de 72 GWh, valor que corresponde a 80 % do mais desfavorável anteriormente registado.

O carácter extremo do regime de afluências globais resultou, como já sucedera em Junho, de um regime de afluências naturais extremamente seco tanto no Douro como em todos os outros aproveitamentos.

O coeficiente de produtibilidade hidroeléctrica, em Julho, foi apenas de 0,35, tendo as respectivas afluências uma probabilidade de serem excedidas da ordem dos 99 %.

O carácter muito desfavorável do ano hidrológico, iniciado em 1 de Novembro passado, acentuou-se ainda mais, tendo, em 31 de Julho, uma probabilidade de ser excedido da ordem dos 94 %.

II — Elementos gerais

Acumulados desde 1 de Janeiro

	GWh 1964	GWh 1965	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	2613,3	2087,5	— 20
Produção térmica (P_t)	59,4	265,5	+ 347
Produção total (P_T)	2672,7	2353,0	— 12
Energia recebida de empresas não pertencentes ao RNC (E_r)	19,6	15,0	— 23
Exportações (Ex)	36,4	1,4	— 96
Importações (I)	0,0	301,8	—
Saldo importador (S_I)	—36,4	+300,4	—
Consumo em bombagem (C_b)(1)	—	6,8	—
Produção para consumos perman. (P_{cp}) (2)	2093,5	2379,8	(3) + 13,7
Produção para consumos não perman. (P_{cnp}). . .	562,4	281,8	— 50
Total	2655,9	2668,4	0
Coeficiente de hidraulicidade	1,12	0,69	—

NOTAS

(1) Energia consumida em bombagem para armazenamento na Albufeira do Alto Rabagão.

(2) A produção para consumos permanentes (P_{cp}) é determinada pela seguinte expressão: $P_{cp} = P_T + E_r + S_i - C_b - P_{cnp}$

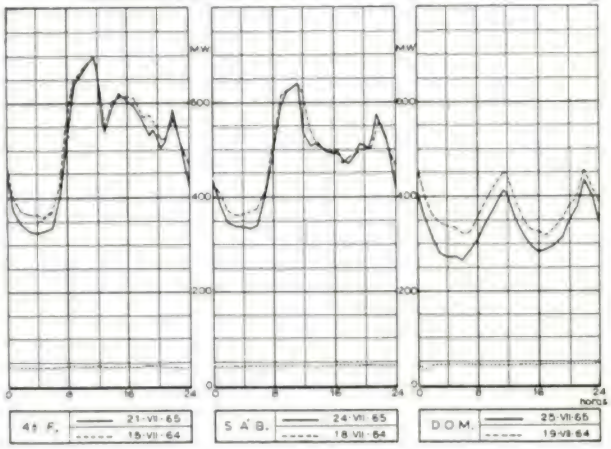
(3) O aumento percentual de produção para consumos permanentes, tendo em conta a incidência dos domingos e dias especiais, é respectivamente de 12,0 % e 14,6 %.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

			4.ª feira: 1964	4.ª feira: 1965
Produção hidráulica		(P_h) MWh	12933	7563
Produção térmica		(P_t) MWh	0	2370
Produção total		(P_T) MWh	12933	9933
Trocas com Espanha	Export.	(Ex) MWh	0	0
	Import.	(I) MWh	0	2425
Consum em bomb. hidroel.		(C_b) MWh	0	0
Prod. para cons. perm.		(P_{cp}) MWh	10111	11314
Prod. para cons. não perm.		(P_{cnp}) MWh	2822	1044
TOTAL		$P_T + (I-Ex)$ MWh	12933	12358
Características dos diagramas	$P_T + (I-Ex)$	Potência máx. MW	698	697
		Potência mín. MW	357	325
		Utiliz. da ponta horas	18,5	17,7
		Factor de carga	0,77	0,74
	P_{cp}	Potência máx. MW	578	654
		Potência mín. MW	225	285
		Utiliz. da ponta horas	17,5	17,3
		Factor de carga	0,73	0,72

JULHO

DIAGRAMAS DE CARGA DOS DIAS CARACTERISTICOS $P_T+(I-Ex)-C_b$



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras

Albufeiras:	No fim do mês GWh	No fim do mês % (1)
Alto Rabagão	194,6	20,0
Paradela	12,5	5,6
Venda Nova	95,3	74,5
Salamonde	27,5	99,6
Caniçada	25,0	75,5
Vilar	11,8	12,9
Cabril	229,4	67,6
Castelo do Bode	116,1	71,2
Guilhofrei	6,3	75,9
Lagoa Comprida	2,5 (2)	0,7
Santa Luzia	40,3	65,4
Pracana	4,7	36,4
Póvoa	3,6 (3)	26,9
Total { com A. Rabagão . . .	769,6	36,5
Total { sem A. Rabagão . . .	575,0	50,6

NOTAS

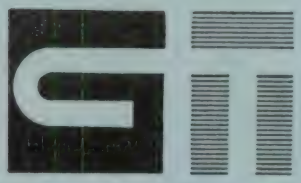
(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras,

(2) Inclui 2,8 GWh armazenados em Vale do Rossim no início do mês e 2,3 GWh no fim do mês.

(3) Inclui 1,0 GWh armazenados no açude do Poio no início do mês e 0,8 GWh no fim do mês.

(*) *Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.). As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 94 % dos totais do País.*

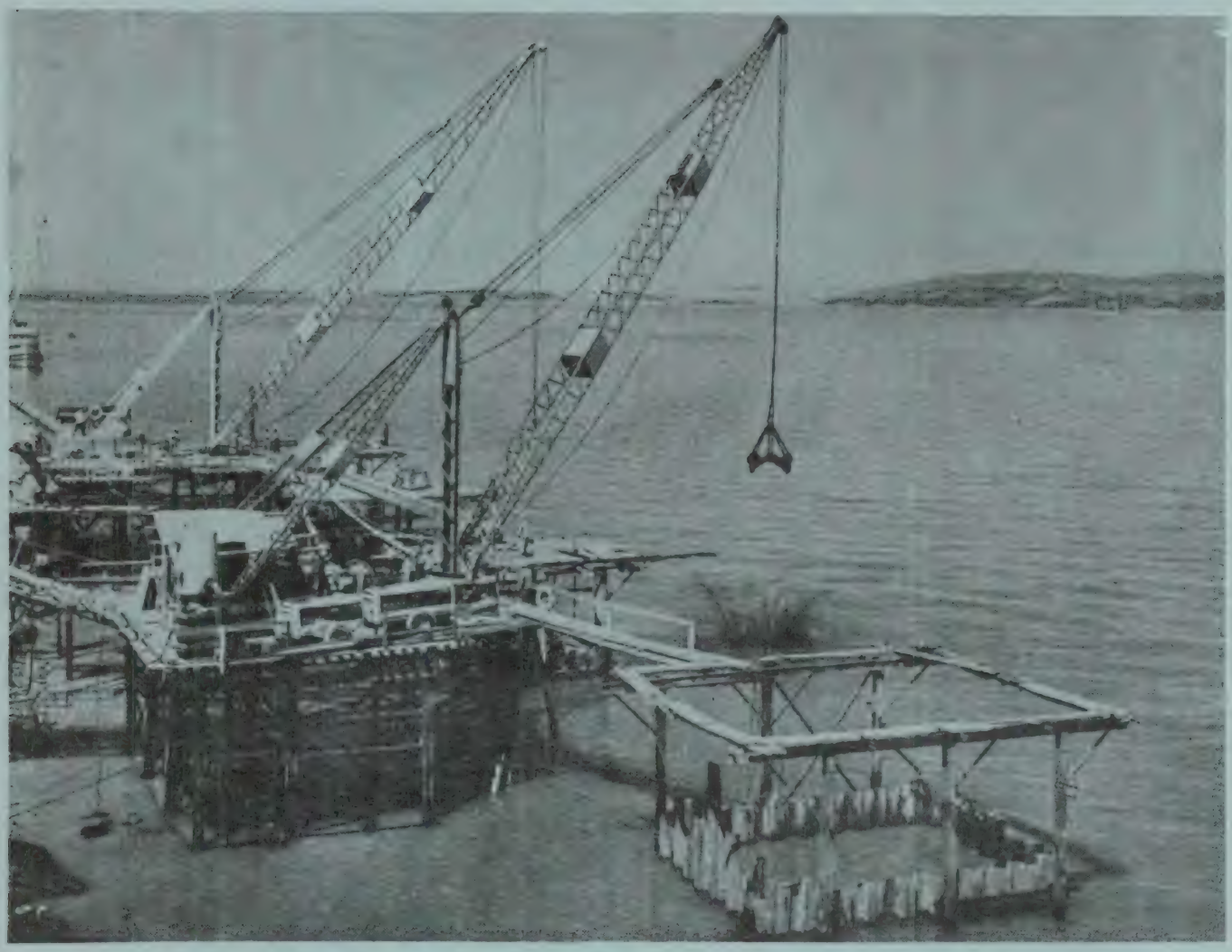
CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, LDA.



PRAÇA DO MUNICÍPIO, 13 - 3.º - LISBOA - 2

TEL. 36 65 06

SONDAGENS • FUNDAÇÕES • TRABALHOS MARÍTIMOS
PONTES E ESTRUTURAS



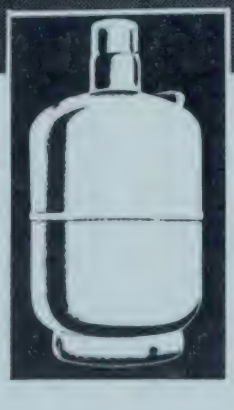
Fase da construção de um Posto de Acostagem, de navios-tanques de 36 000 toneladas, para a Esso Standard Portugal, Inc.

Projecto e Execução de CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, LDA.

GENTE CONTENTE COM ÁGUA QUENTE!

CIESA·NCK

CID·GAZ 3



Agora tenho água quente a qualquer hora!
Nos banhos revigorantes ou para a lavagem da loiça—tudo é mais fácil!
O processo mais próprio de aquecer água é o esquentador a Gazcidla:
rapidez, economia e eficiência!

Prestações mensais desde 57$00
Esquentador desde 1240$00
Aproveite hoje mesmo as condições excepcionais que a Cidla lhe oferece na compra do seu esquentador.

GAZCIDLA

uma chama viva onde quer que viva

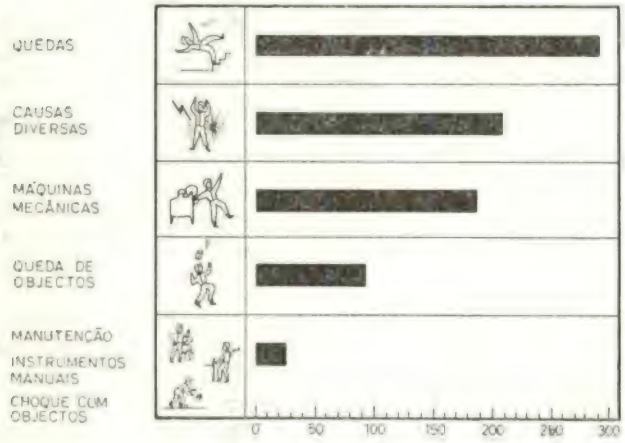
DO MUNDO TÉCNICO

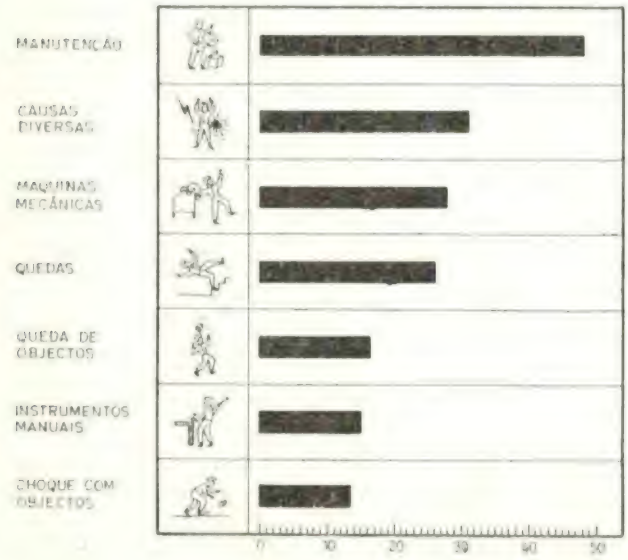
PRODUTIVIDADE

ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO E SEGURANÇA

C. D. U. 331.87 + 331.823

Se bem que a questão da saúde física e moral dos trabalhadores tenha surgido com o fenómeno da industrialização e o consequente perigo da máquina, da automação e da aglomeração, é certo que só mais tarde foi objecto de preocupação do legislador. Mas o estudo e a prática da «prevenção» como primeiro e mais seguro critério de segurança, acompanha a organização do trabalho, condicionando a saúde e o bem-estar de «homo faber». Tais medidas decorreram da imperiosa necessidade de pôr cobro ao número alarmante de acidentes de trabalho, que as estatísticas vieram revelar e que ainda hoje apresentam índices pouco tranquilizadores, como os referentes à França apresentados nos gráficos ao lado.





Seria erróneo atribuir a causa dos acidentes ùnicamente a aspectos técnicos, pois os estudos revelaram que a técnica ou o material são responsáveis em cerca de 20 % do perigo profissional, enquanto por 80 % deve responsabilizar-se a falibilidade humana. Donde se deduz que a prevenção deve ser, antes do mais, psicológica, procurando alertar a prudência do operário. Mas é da acção concertada da técnica e da psicologia que deve resultar a prevenção dos acidentes e doenças profissionais.

Como realizar a segurança no trabalho?

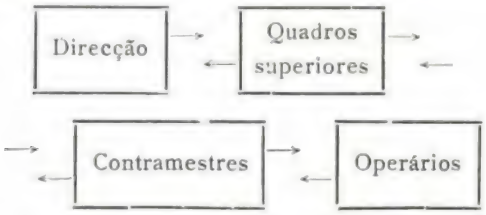
Um estudo estatístico informar-nos-á das causas dos acidentes e eficácia dos métodos preventivos utilizados. Como meio de acção assinala-se o postulado fundamental da necessidade de cooperação entre a direcção e a mão-de obra. Sem dúvida que o papel do director é primordial, como elemento motor na orgânica da empresa. Da sua óptica depende, em grande parte, a dinâmica do pessoal e a saúde mental que na empresa se respira. Porque, em última análise, é à direcção que pertence desenhar a política a seguir quanto à segurança.

Mas não menos importante, neste domínio, é o papel do contramestre, como homem mais ligado ao operário, mais conhecedor dos perigos imediatos, e delegado permanente da autoridade. Além da direcção — como elemento definidor de uma política geral, e dos contramestres — como seus catalizadores, são chamados a desempenhar missão importante os quadros superiores da empresa, em especial o engenheiro de segurança, o médico e o psicotécnico, estudando as causas, contidas no tipo de tarefa, no gesto que esta solicita ou na disposição bio-psíquica do executante.

Uma organização racional da prevenção supõe: a competência profissional do responsável pela segurança; o perfeito conhecimento em matéria de prevenção (iluminação, ventilação, ruídos, fadiga funcional, etc.); a adequação dos meios materiais de acordo com esse conhecimento, de forma a minimizar as possibilidades de acidente (risco); e, finalmente, a mentalização e formação do pessoal da empresa em matéria de segurança.

É claro que o operário deve «perceber» os cuidados que a direcção põe na segurança no trabalho: pro-

tecção das máquinas e lugares perigosos, manutenção do material, ordem. Assim chegámos ao último elemento desta cadeia, que em esquema linear poderíamos representar:



e que supõe uma base de cooperação concertada.

A direcção deve implantar um clima de segurança por meio de acções; aos quadros compete a determinação das normas científicas de segurança (estudo da logística, das máquinas, dos métodos de trabalho, das relações humanas); finalmente o contramestre será o veículo transmissor de toda esta política superiormente definida, não como apêndice, mas como verdadeiro agente de acção. Não é sem fortes razões que hoje tanto se fala em selecção e formação dos contramestres. É que deles depende, em grande parte, a efectivação de uma política superiormente desenhada.

(Colaboração do INII)

UTILIZAÇÃO DOS TRISTORES NOS REGULADORES DE TENSÃO DOS FILTROS ELECTROSTÁTICOS

C.D.U. 621.359.484:621.314.63:669.782

Os filtros electrostáticos têm por fim eliminar as poeiras e as impurezas em suspensão nos gases. Em princípio, estes filtros têm uma certa configuração que inclui eléctrodos de deposição e eléctrodos que libertam eflúvios. Entre estes eléctrodos são aplicadas tensões contínuas, que, actualmente, podem ir até 106 kV.

O gás a purificar atravessa o espaço entre estes eléctrodos. A purificação será tanto mais perfeita quanto mais elevadas forem a tensão aplicada e a corrente que percorre o filtro. Verificou-se que o aumento do número de descargas disruptivas (de escorvamento) faz aumentar, no filtro electrostático, o efeito de purificação, que pode apresentar, em função do número de descargas disruptivas por unidade de tempo, um valor óptimo mais ou menos acentuado.

As constantes variações sofridas pela mistura de gás e poeiras, ou de gás e impurezas, (variações da composição, da temperatura, de humidade, etc.) devidas ao processo de fabrico, implicam a não constância da tensão disruptiva, ou tensão de escorvamento. Este facto obriga ao emprego dum sistema de conversão de tensão, composto por um regulador de baixa tensão de regulação automática, que permite obter a cada momento, em função das condições instantâneas da mistura gás-poeira, as condições óptimas para a separação. Esta instalação tem, pois, por fim, por um lado, realizar, pelo sistema de regulação, as características eléctricas que assegurem a melhor separação possível e, por outro, extinguir, o mais ràpidamente possível, os arcos que porventura se acendam. Daqui resulta que este dispositivo deve ser projectado atendendo não só ao processo de fabrico mas também à natureza do órgão de comando.

Quando se utilizava um transformador regulável, a estrutura mecânica deste aparelho só permitia ciclos de comando de período relativamente grande (superior a 30 s). Contudo, as condições exigidas por este sistema de regulação não eram muito severas, dado que a extinção do arco era obtida pelo corte instantâneo do disjuntor principal.

Depois de se ter substituído o transformador regulável por um transdutor, foi possível obter ciclos com um período muito mais curto (assegurando, portanto, um número muito maior de escorvamentos por unidade de tempo). Isto permitiu realizar um número de descargas disruptivas que atingia quase 120/minuto, número este necessário para certos processos em que existem poeiras com grande resistência eléctrica. O sistema de regulação adaptado ao transdutor devia satisfazer a condições muita severas que puderam, apesar de tudo, ser ainda realizadas com comandos de relés.

Com vista ao aperfeiçoamento desta técnica para certos processos de fabrico, o transdutor foi substituído por um conversor estático comandado por tiristores, como sistema de regulação de corrente alternada. Este sistema de regulação, que permite um comando bi —, tri —, ou hexafásico, é nìtidamente superior ao transformador regulável, ou ao transdutor, devido a apresentar um tempo de resposta muito curto. Para apagar um arco basta reduzir a modulação até que a corrente se interrompa. Depois da extinção pode aumentar-se novamente a tensão até ao limite de disrupção, em alguns milisegundos, o que permite obter um número de descargas dez vezes maior que no caso de se empregar o transdutor. Confirmou-se, uma vez mais, que a separação é função do número de descargas e que se pode obter uma regulação óptima unívoca que depende, em geral, do sistema por que é conseguida. Os dispositivos automáticos, de regulação de tensão, com tiristores, são de funcionamento puramente estático, sem qualquer contacto móvel. A frequência de escorvamentos é regulável e mantida constante numa certa faixa corres-

pondente às condições de funcionamento óptimo da instalação. O valor estabelecido pode ser mantido nesta faixa mesmo quando há grandes flutuações nas condições de funcionamento, e só se é forçado a reduzi-lo quando se atinge a intensidade nominal da instalação. O sistema de regulação pode ser adaptado a quaisquer tipos de instalação e de processo.

Rolf Schlitt e Alois Goller

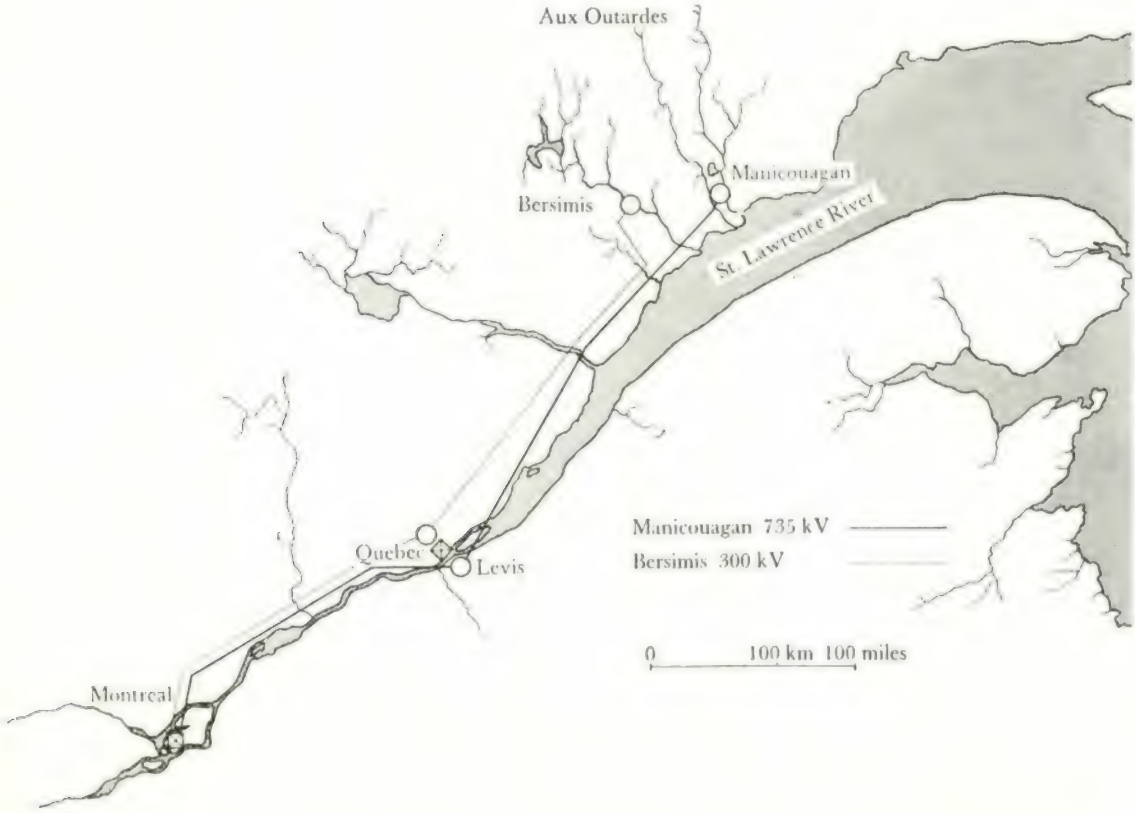
(Traduzido de «Revue Siemens», n.º 8, 1965)

CONSTRUÇÃO DE LINHAS DE TRANSPORTE DE ENERGIA A 735 KV. NO CANADÁ

C.D.U. 621.315.051.027.873.5 (71)

Ainda que o consumo de energia eléctrica no Canadá aumente quase ao mesmo ritmo que na Europa, a situação daquele país, neste domínio é invejável, já que a construção de centrais está em avanço sobre as necessidades. Na realidade, importantes empreendimentos hidroeléctricos começaram a ser projectados com a antecedência suficiente para que o consumidor canadiano não corresse o risco de se encontrar face a circunstâncias inesperadas que levassem à imposição de restrições no consumo de energia eléctrica.

Está em vias de conclusão, na província de Québec, um projecto destinado a suprir por largos anos, as necessidades prováveis de energia eléctrica. Foi em 1952 que começaram os estudos relativos à utilização dos rios Maniconagan e Aux Outards, no leste desta província. Estão projectadas quatro centrais a construir no primeiro destes rios e três no segundo. Esta rede de centrais produzirá, anualmente, 33000 kWh, elevando-se a potência instalada a cerca de 5300 MW. Esta energia será transportada, para os centros de consumo de Québec e Montreal, por linhas que terão um comprimento total de 575 km (365 + 210). Dado que as potências em jogo são consideráveis, a tensão foi fixada em 735 kV, valor que é utilizado pela primeira vez no mundo. A linha compreenderá três ternos. O primeiro destes deve estar em serviço no Outono de 1965, o segundo em 1966, e o terceiro em 1967. Para regularizar o curso do Maniconagan foi construída uma barragem cuja albufeira com uma área de 2000 km², pode acumular cerca de 165 milhões de m³.



A energia produzida pela rede de centrais é conduzida, primeiramente, através de linhas a 300 kV, a um posto de transformação onde a tensão é elevada para 735 kV. Um posto intermédio permitirá trocas de energia com outras redes. Cada troço da linha está equipado, em cada uma das extremidades com bobinas de compensação directamente ligadas aos condutores da linha. Os valores utilizados nos ensaios foram 2050 kV e 2200 kV, respectivamente, para as bobinas de compensação e para o restante equipamento.

P. Lauener

(Trad. e adap. da «Revue Brown Boveri», n.º 1-2 de 1964)

«VIBRACHOPPER»

C. D. U. 621.383:669.012.1

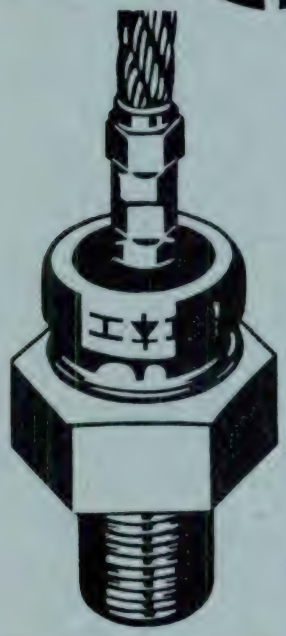
As células foto-eléctricas têm dado bons resultados no contrôle de materiais levados ao rubro, por exemplo nos laminadores. Têm contudo uma limitação: sem dispositivos técnicos dispendiosos, não podem captar a emissão de luz senão a temperaturas superiores a 800°C. Para temperaturas inferiores o material arrefece e o radiamento é insuficiente.

Esta limitação é transposta com o novo «vibrachopper» (AEG): o radiamento infravermelho incidente é periòdicamente interrompido por um sistema mecânico oscilante — uma lâmina que oscila diante do receptor. Esta luz intermitente dá, depois de amplificada, o sinal de comando. Este dispositivo permitiu baixar a zona captável do infravermelho, até temperaturas do material da ordem dos 400°C. Atinge-se assim o domínio dos raios infravermelhos de grandes comprimentos de onda que sofrem menor absorção e menor dispersão pelas poeiras, pelo vapor ou pelo nevoeiro, que a luz visível.

Outras vantagens importantes do «vibrachopper» quando comparado com os dispositivos actuados por luz contínua são uma grande precisão de resposta e uma grande segurança de funcionamento até + 70° C, mesmo em condições severas de funcionamento.

(Inf. A.E.G.)

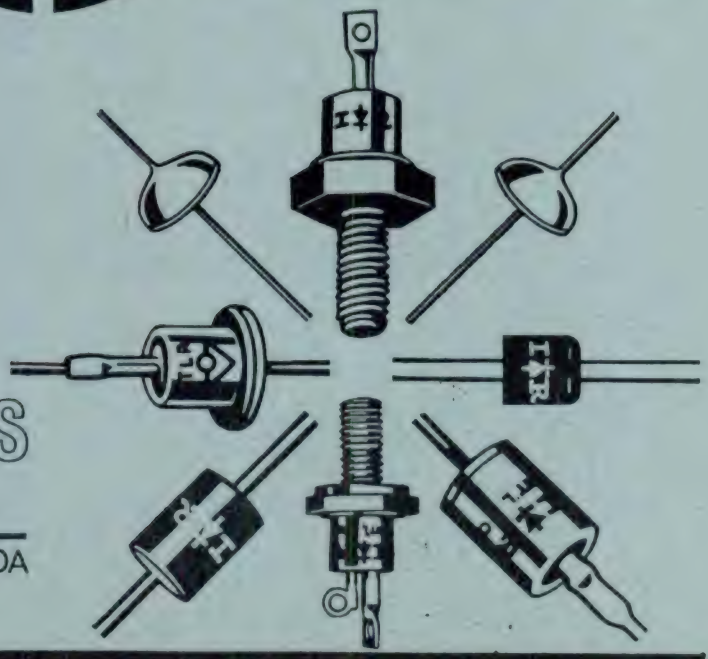
IOR



IOR

RECTIFICADORES DE SILÍCIO
RECTIFICADORES DE SILÍCIO CONTROLADOS
DIODOS DE ZENER
COLUNAS PARA POSTOS DE SOLDADURA
COLUNAS PARA ALTA TENSÃO
FOTOCÉLULAS
PLACAS E COLUNAS RECTIFICADORAS DE SELÉNIO

IOR



ELECTROTÉCNICOS REUNIDOS Lda.

Av. duque d'avila, 66-3.º telef. 41161/5 LISBOA

CALCINA

O MELHOR LIGANTE HIDRÁULICO PARA

ARGAMASSAS, ALVENARIAS, REBOCOS

E O MAIS BARATO!

À VENDA:

Fábrica da Empreza de Cimentos de Leiria
Maceira — Liz

Fábrica da Companhia Cimento Tejo
Alhandra

Fábrica da Companhia de Carvões e Cimentos do Cabo Mondego
Figueira da Foz

E NA VASTA REDE DE REVENDEDORES ESPALHADOS POR TODO O PAÍS

Informações comerciais e técnicas:

EMPREZA DE CIMENTOS DE LEIRIA

RUA BRAAMCAMP, 7 — **LISBOA-1**
TELEFONES: **59161/6**

AVENIDA DOS ALIADOS, 41 — **PORTO**
TELEFONE, **20131**

OU AOS SEUS REVENDEDORES

ENTREGAS PERMANENTES DE DIA E DE NOITE

Sumários dos artigos publicados na Técnica n.º 351

Ano XL — Outubro 1965

MANUEL ROCHA CDU 624.058

Medição de deformações e de tensões «in situ»

Técnica 351 — XL — 10. 1965 pág. 1-26.

No presente trabalho apresenta-se a posição actual do problema da medição de deformações e de tensões em estruturas, sobretudo com base na experiência colhida pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
Passam-se em revista os tipos de extensómetros mais correntemente usados, analisa-se a influência das suas dimensões, forma e rigidez na medição das deformações e discute-se o problema de correcção das extensões medidas.
É exposto um método de cálculo de tensões, para o caso do betão, tendo em conta a fluência deste material. Trata-se também o problema da medição directa de tensões e apresentam-se alguns tipos de tensómetros.

ISABEL GAGO
E ALUNOS DO 6.º ANO DO CURSO
DE ENGENHARIA QUÍMICA CDU 541.138

Pequenas notas sobre a distribuição da corrente na célula de Hull-Rousselot. — Algumas aplicações da célula a diversos tipos de electrólise

Técnica 351 — XL — 10. 1965 pág. 27-42.

Tomando como base a cinética das descargas electroquímicas discutem-se os factores que influenciam os parâmetros da equação de Hull. Apresenta-se o caso da utilização da célula de Hull-Rousselot no estudo da electrodeposição de camadas de níquel negro, muito pouco espessas.

ANTÓNIO QUINTELA CDU 532.545.2

Nota sobre escoamentos permanentes em canais de declive fraco munidos de comporta com abertura inferior

Técnica 351 — XL — 10. 1965 pág. 43-48.

Trata-se nesta breve nota dos diferentes tipos de escoamento em regime permanente — com ou sem ressalto livre ou afogado — qne podem ter lugar em canais rectangulares de declive fraco, munidos de comporta com abertura inferior.

H. TELLES ANTUNES CDU 621.314.212.017.7.004.6

Aquecimento de transformadores imersos em óleo

Técnica 351 — XL — 10. 1965, pág. 49-59.

É apresentada neste artigo a teoria do aquecimento de transformadores, destinada a fundamentar o cálculo do envelhecimento dos transformadores da Companhia Nacional de Electricidade em várias condições de funcionamento, bem como a definir os critérios de utilização desses transformadores que conduzem à máxima economia de exploração.
São tratadas várias questões referentes ao estabelecimento das equações a utilizar no cálculo. Entre elas destacamos, além da crítica de conceitos, os problemas das perdas, da capacidade calorífica, e da transmissão de calor ao exterior.

Summaries of articles published in «Técnica» nº 351

XL — October 1965

Manuel Rocha UDC 624.058

In situ stress and measurements

Técnica No. 351 — XL — 10. 1965 pp 1 to 26.

The present position of problem of strain and stress measurements in structers is described, on basis above all on the experience of the Laboratório Nacional de Engenharia Civil, of Lisbon.
The author reviews the most currently used types of strain meters, studies the influence of their dimensions, shape and rigidity on the measurement of strains and discusses the problem of correcting the measured values. A method for calculating stresses in concrete is discribed, in which creep of this material is taken into account. The problem of the direct measurement of stresses is also discussed and some types of stress meters are presented.

António Quintela UDC 532.545·2

Note on steady free surface flow in a mild slope channel provided with sluice gate

Técnica No. 351 — XL — 00. 1965 pp 43 to 48.

Analysis of the different types of steady free surface flow — with or without hydraulic jump (free or submerged) — in a milp slope channel providede with sluice gate.

Isabel Gago
and Students of the 6th Class
of Chemical Engineering UDC 541.138

Brief notes on current distribution in Hull-Rousselots cell

Técnica No. 352 — XL — 10. 1965 pp. 27 to 42.

The factors that influence the parameters of Hull's equation are here discussed according to the kinetics of electrochemical discharges. It's also presented the utilization of Hull-Rousselot's cell in the study of the electrodeposition of very thin layers of black nickel.

H. Tellbs Antunes UDC 621.314.212.017.7.004.6

Heating of transformers with oil insulation

Técnica No. 351 — XL — 10. 1965 pp 49 to 59.

This paper presents the theory of heating of power transformers, intended to provide a basis for computations of aging of CNE's transformers under various working conditions, as well as to define their most economical loading schedules.
The equations to be used on heating calculations are set here. Further, several questions are dealt with concerning problems such as losses, specific heats and heat transmission.

BIBLIOTECA
FICHEIRO

Classificadores responsáveis:

Coias e Silva, Francisco Deslandes, Monteiro da Silva, Rui Neves

---

Recortar as indicações bibliográficas que formam uma ficha e estão encimadas por CDU (Classificação Decimal Universal).

Colar cada referência num pequeno rectângulo de cartolina de 75 × 125 mm.

Ordenar pelos índices decimais, *começando da esquerda para a direita,* independentemente do número de algarismos que o índice contiver, e respeitando a seguinte regra de arrumação dos sinais auxiliares:

+ / n.os simples : [ ] = (01/09) (1/9) (=) " "A/Z — .0 .00

Consultar, em casos duvidosos, a exemplificação inserida na «Técnica» n.º 218 e seguintes, ou recorrer à Biblioteca da A. E. I. S. T.

Notar que a inserção das fichas nesta publicação respeita a ordem correcta, no intuito de a esclarecer o mais possível.

A comodidade de possuir no próprio local de trabalho um arquivo ordenado e de fácil consulta sobre assuntos que se sabe onde existem, é uma das evidentes vantagens de um ficheiro classificado segundo a CDU.

Os assuntos de que estas fichas são referência ficam patentes à consulta a partir desta data.

LIVROS

C. D. U. 331.3/.5 — 053.9

L'aménagement des postes de travail et les méthodes de formation professionnelle pour les travailleurs agés

Séminaire Patronal International

Publ. O.C.D.E. — Paris 1964 — Relatório 100 págs. Suplemento 139 págs.

Trata-se do relatório final do seminário realizado em Londres de 30 de Setembro a 2 de Outubro de 1964 e apresenta um confronto da experiência obtida em diversos países sobre as técnicas especiais de adaptação dos postos de trabalho e de readaptação dos trabalhadores idosos. Estudam-se as possibilidades de desenvolvimento e utilização dessas técnicas.

C. D. U. 331.861.5

Formação profissional e política de mão de obra

por *António da Cruz Rodrigues*

Ed. Junta de Acção Social, Lisboa, 1965

C. D. U. 541.1

La Chimie Physique

por *Guy Emschwiller*

P U F — Col. «Que sais-je ?» — 1965

Obra de carácter geral cuja leitura exige alguns conhecimentos de Física Atómica.

C. D. U. 621.313.13 (091)

História do motor eléctrico

por *Franklin Guerra*

Lisboa, 1965

C. D. U. 624 (06.055) : 624 (469 + 81)

Anais das primeiras Jornadas Luso-Brasileiras de engenharia civil

Edição do *Laboratório Nacional de Engenharia Civil*

Contém pormenorizada documentação sobre a organização e realização das Jornadas — regulamento, programa geral, lista de participantes, programa das sessões, relato das sessões inaugural e de encerramento, descrição da exposição, visitas de estudo e futuro das Jornadas Luso-Brasileiras — incluem os trabalhos dos quatro temas e as discussões a que deram origem.

Os Anais, encadernados no formato 25,0 cm × 17,5 cm, são constituídos por:

Vol. I	— Organização das Jornadas	545 págs.
Vol. II	— Documentação do tema 2 - Estradas e Aeródromos	452 »
Vol. III	— Documentação dos temas 3 - Barragens e 4 - Urbanização	627 »

O preço dos Anais é de 580$00, podendo ser adquirido separadamente qualquer dos volumes, aos preços

EMPRESA ELECTRO CERÂMICA

S. A. R. L.

FABRICANTE DE ISOLADORES PARA EQUIPAMENTO DE SUB-ESTAÇÕES TRANSFORMADORES E DE LINHAS DE TRANSPORTE DE ENERGIA EM ALTA TENSÃO

fabrica igualmente

- isoladores de baixa tensão
- pequena aparelhagem eléctrica em baquelite e porcelana
- tubo plástico "Polivolt" para protecção de condutores
- material em refractário especial para aparelhos de aquecimento

DANIEL VIDAS

SEDE L. BARÃO DE QUINTELA, 3-1.º LISBOA
FABRICA - CANDAL - VILA NOVA DE GAIA

EC 61·1

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada

(REGISTADO)

■ ■ ■

SERRALHARIAS, CALDEIRARIA, FERRARIA, FUNDIÇÕES

■ ■ ■

ESCRITÓRIO

Rua de S. Tiago, 13

LISBOA

Telefone 86 19 72

SONDAGENS RÓDIO, L.DA

LISBOA

RUA DE S. BENTO, 644-3.º

Telefones: 68 80 96/7/8 ✦ Telegramas: **SETANSOL**

RÓDIO

SONDAGENS GEOLÓGICAS
ESTUDOS GEOTÉCNICOS
ESTACAS GUNITA
CAPTAÇÃO DE ÁGUAS
CONGELAÇÃO DO TERRENO
IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS HIDRÁULICAS
CONSOLIDAÇÃO DE FUNDAÇÕES
ABAIXAMENTO DO LENÇOL DE ÁGUA

—//—

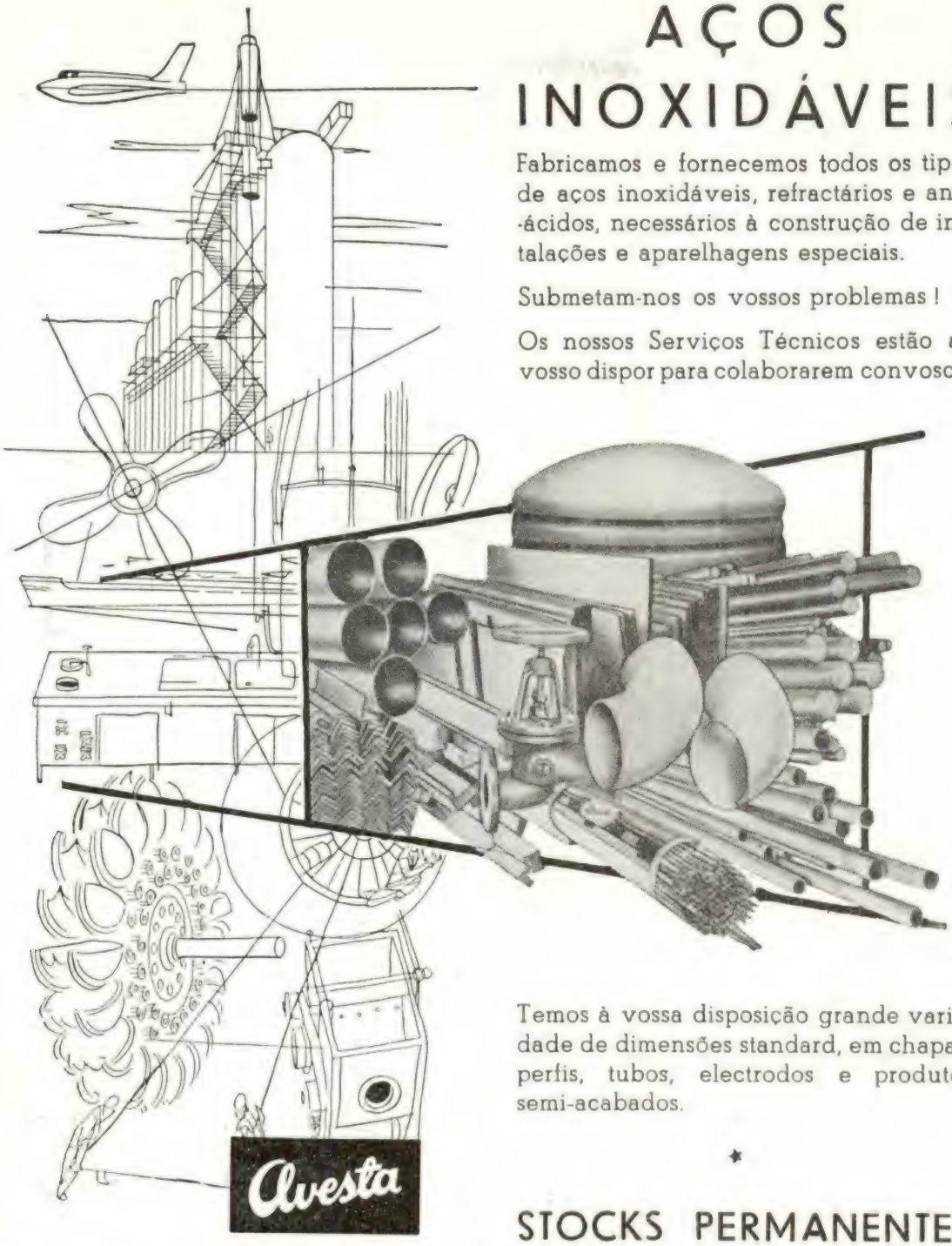
Engenheiro Chefe: **Walter Weyermann**

AÇOS INOXIDÁVEIS

Fabricamos e fornecemos todos os tipos de aços inoxidáveis, refractários e anti-ácidos, necessários à construção de instalações e aparelhagens especiais.

Submetam-nos os vossos problemas!

Os nossos Serviços Técnicos estão ao vosso dispor para colaborarem convosco.



Temos à vossa disposição grande variedade de dimensões standard, em chapas, perfis, tubos, electrodos e produtos semi-acabados.

★

STOCKS PERMANENTES

AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG
AVESTA — SUÉCIA

Representantes Exclusivos para Portugal e Ultramar:

A. JOHNSON & Co (PORTUGAL), L.DA

SEDE EM LISBOA:
Praça José Fontana, 11-1.º
Telef. 537015-537016-537017-537018

FILIAL NO PORTO:
R. Dr. António Granjo, 160/168
Telef. 54666

de 200$00, 180$00 e 200$00, respectivamente para os volumes I, II e III.

Os pedidos deverão ser efectuados directamente para:

Divisão de Documentação e Informação — Laboratório Nacional de Engenharia Civil — Av. do Brasil, Lisboa 5 — Portugal.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 33

El lenguaje de las curvas de mercado — *José Pozuello y Barnuevo.*

Dyna, 9-965, vol. 40, n.º 9, pág. 485.

C. D. U. 51

Un calculador digital para la regulacion del trafico — *Gabriel A. Ferraté.*

Dyna, 7-965, vol. 40, n.º 7, pág 379-388

C. D. U. 532.593.5 (673)

Condições de ressonância na doca n.º 1 do porto de Luanda — *Abecasis, F. M.*

Fomento (Lisboa) 3 (2): 233-251, 2.º trim. 1965.

As instalações do porto de Luanda carecem de ampliação num futuro próximo. O primeiro passo será a construção da nova doca — doca n.º 1 — de forma grosseiramente triangular. A Administração, receando as oscilações ressonantes, na nova doca, provocadas pelas ondas de longo período, decidiu analisar cuidadosamente o problema antes da construção da mesma. Esta análise desenrolou-se em três etapas:

1. Observações na natureza, por meio de marégrafos de rotação rápida, das ondas de longo período que ocorrem na baía de Luanda.
2. Estudo analítico do comportamento da doca projectada sob a acção das ondas de longo período registadas. Este estudo foi realizado assimilando a doca a um sector circular e utilizando as funções de Bessel. Os seus resultados conduziram à modificação da forma prevista para a doca.
3. Estudo experimental do fenómeno em modelo reduzido.

O objectivo deste trabalho é apresentar os resultados dos estudos mencionados em 1, 2 e 3, e, principalmente, comparar os resultados do estudo analítico e dos ensaios em modelo, pondo em evidência as concordâncias e discrepâncias, tentando explicar estas últimas e sugerindo conclusões de aplicação prática na previsão do comportamento de docas de forma irregular sob a acção de ondas de longo período.

621.039.53

C. D. U. 533.17 : 546.291 : 620.165.29 : 621-762.84.001,4

A permeabilidade do hélio nas juntas teóricas — um problema do domínio de construção dos reactores nucleares — *K. Bule.*

Revista Técnica Sulzer, 1964, n.º 1, pág. 23.

Medições de permeabilidade mostram que a utilização das juntas teoricas tem contudo os seus limites, logo que as exigências de vedação sejam especialmente severas.

O artigo faz referência às conclusões, a que conduziram os ensaios efectuados e comunica — em forma de curvas e de quadros — os resultados recolhidos diversos ensaios específicos.

C. D. U. 559

Velocidades y tiempos en los viages espaciales — *Joaquim Déspes Marcó.*

Dyna, 7-965, vol. 40, n.º 7, pág. 367-378.

C. D. U. 541.132 : 517.45

Liaison hydrogène et équilibre Acide-base — *Prene Huyskens.*

Industrie Chimique Belge, 8-965, vol. 30, n.º 8, pág. 801-812.

C. D. U. 541.15 : 539.164.92

Chimie des radiations en phase liquide. Généralités et aspect physique — *P. Claes.*

Industrie Chimique Belge, 6-965, vol. 30, pág. 589.

O objecto da 1.ª parte deste trabalho é a descrição das principais características e as radiações utilizadas em química assim como a sua influência sobre a repartição das espécies activas. Descrevem-se em seguida as reacções provocadas pelas diferentes espécies activas. Por fim aborda-se a influência da repartição destas sobre o desenrolar das reacções iniciadas pelas radiações.

C. D. U. 620.1

Bases de la técnica de medida de fatigas com extensómetros eléctricos de resistencia — *José Luiz Ramirez.*

Dyna, 8-9-965, vol. 40, n.º 8, pág. 427-439.

C. D. U. 621.039.577 : 621.181.647 : 621.181.65 : 621.311.22

Considerações acerca da aplicação do princípio da circulação força la aos geradores de vapor das centrais nucleares — *J. Kägi.*

Revista Técnica Sulzer, 1964, n.º 1, pág. 3.

Há mais de 30 anos que a Fábrica Sulzer se dedica ao desenvolvimento dos geradores de vapor monotubulares, cujas possibilidades são bem conhecidas nos processos modernos de produção de vapor, em que as temperaturas são muito elevadas e em certos casos as pressões são hipercríticas. A importância dos processos de circulação forçada nas centrais nucleares é cada vez maior e o seu estudo já foi iniciado há alguns anos. Neste artigo resumem-se as questões de interesse geral relacionadas com este problema.

C. D. U. 621.242-3 : 621.74 : 669.131.6 : 669.131.7 : 669.15-196

Gusa de alta qualidade com grafite lamelar ou esferoidal para peças de fundição com paredes finas — *E. K. Modl.*

Revista Técnica Sulzer, 1964, n.º 1, pág. 39.

Conferência realizada por ocasião do 30.º Congresso Internacional de Fundição — Praga, 1963.

UM GRAMA QUE CRESCEU ATE UM MILHÃO E MEIO DE TONELADAS

O politeno faz parte da nossa vida de todos os dias—e não sòmente em Portugal mas no mundo inteiro. Nem mesmo os cientistas que fabricaram o primeiro grama deste notável plástico previram que a sua sensacional descoberta daria origem a uma nova indústria de dimensão mundial que produziria mais de um milhão e quinhentas mil toneladas por ano. De facto o politeno é hoje empregado em isolamentos para cabos, filmes para embalagens e em artigos para cozinha. 'Alkathene'—a marca de politeno da ICI—é fabricado em seis países. Em 16 outros, 20 fabricantes empregam, mediante licença, o processo de alta pressão inventado pela ICI para o fabrico deste plástico de emprego tão diversificado.

No entanto o 'Alkathene' é apenas um dos muitos plásticos da ICI que alcançou renome mundial. A ICI, desde já o maior produtor britânico de plásticos, continua, no entanto, procurando novos materiais e formas de melhorar os existentes. O resultado é uma gama cada vez mais vasta de plásticos ao alcance da Indústria portuguesa, bastando para isso contactar a ICI em Portugal.

PRP 114

ICI EM PORTUGAL

A ICI está ao serviço da indústria portuguesa há muitos anos—durante os últimos 17, através duma Filial da I.C.I. (Export) Ltd. e desde há pouco, através de uma nova companhia, a Imperial Chemical Industries (Portugal) S.A.R.L., que assumiu o encargo de levar a quantos necessitarem deles, a vasta gama dos ultra modernos produtos da ICI que inclui os plásticos, fibras, corantes, produtos químicos e petroquímicos, apoiados pela assistência técnica mais competente e actualizada.

ICI

A ICI fabrica e vende produtos químicos em todo o mundo

IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LTD, LONDON, ENGLAND
Em Portugal:
Imperial Chemical Industries (Portugal) S.A.R.L., Lisboa

C. D. U. 621.181 (494) : 621.187.12

Os processos modernos de tratamento de água nas centrais térmicas suíças — *G. Peter.*

Revista Técnica Sulzer, 1964, n.º 1, pág. 15.

C. D. U. 621.31

Equipo de instalación aérea para sistemas de tracción eléctrica de C. A. (frecuencia industrial) — *J. H. Richards.*

Dyna, 9-965, vol. 40, n.º 9, pág. 495-498.

C. D. U. 621.314.632-523 : 621.771

Les convertisseurs à thyristors dans les laminoirs — *Reibring, G.*

ASEA-Revue 37 (1965): 3, pág. 49-52.

Cada vez mais os motores de laminadoras e as máquinas auxiliares são alimentados por conversores de semicondutores. Depois de uma comparação com os conversores rolantes e os conversores de vapor de mercúrio descrevem-se as possibilidades de regulagem e de incorporação.

C. D. U. 621.316.37

Cellules blindées pour fortes intensités de courant — *Rohr R.* e *H. Ruckstuhl.*

Revue Brown Boveri, 1964, vol. 51, n.º 4, pág. 221-227

Depois de algumas indicações sobre o projecto da central de Benmore, na Nova Zelândia, o autor descreve as células blindadas destinadas a esta central que compreendem, cada uma, um disjuntor pneumático, seccionadores e transformadores de medida previstos para uma corrente nominal de 5000 A e uma tensão nominal de 16 kV.

C. D. U. 621.316.1

Distribuition de l'energie électrique a l'usine de la Siderurgia Nacional — *António Sousa Guedes; Guimarães Pestana; Joaquim de Araújo Rangel.*

Revue Demag, n.º 170, pág. 14.

O presente artigo pretende expor os pontos de vista a ter em consideração e as possibilidades que se oferecem para realizar uma boa e segura distribuição para todos os pontos de consumo.

C. D. U. 621.316.545

Sectionneur en charge pour un courant de coupure nominal de 630 A — *Krause, Erich.*

Revue Siemens, 1965, vol. 23, n.º 4, pág. 139.

Foi construído o seccionador em carga H 251 para corrente de corte nominal de 630 A a 10 ou 20 kV. Este seccionador é caracterizado pelo movimento consecutivo do contacto de corte no encravamento que assegura um encravamento sem descarga disruptiva antecipada.

C. D. U. 621.316.57.064.25

Les nouveaux disjoncteurs à faible huile d'huile type S B — *Szente-Varga H. P.* e *W. Hofmann.*

Revue Brown Boveri, 1964, vol. 51, n.º 4, pág. 258-262.

Este artigo descreve, sumàriamente, a constituição de um novo disjuntor com pequeno volume de óleo. Descreve as suas características e funcionamento, bem como o princípio de corte. O artigo é completado com resultados de ensaios de corte, efectuados nas mais diversas condições.

C. D. U. 621.365 511

Applications intéressantes des fours ASEA à induction à fréquence industrielle et à canal — *Tiljander, K. et Soderlund, K.-G.*

ASEA-Revue 37 (1965): 3, pág. 53-58.

Descrição de algumas instalações de fornos que foram realizadas no decorrer dos dois últimos anos e que constituem marcos na linha de desenvolvimento de fornos de indução.

C. D. U. 621.383.2

Une nouvelle cellule photoélectrique au silicium de petite surface — *Felkel, Gerfried.*

Revue Siemens, 1965, vol. 23, n.º 7, pág. 235 238.

Foi realizada uma pequena célula fotoeléctrica para numerosas funções de comando e de regulação, e em particular para a exploração de bandas perfuradas. Descreve-se o princípio de funcionamento tendo em conta questões de adaptação a amplificadores transistorizados e a instrumentos de medida montados em série.

C. D. U. 621.398 : 621.317

Caractéristiques et fonctionnement de la télémesure cyclique numérique — *Sakic B.*

Revue Brown Boveri, 1964, vol. 51, n.º 4, pág. 232-242

O artigo descreve equipamentos transistorizados de tele-medida cíclica numérica. As informações são transmitidas sob a forma numérica (binária), umas após as outras, de modo cíclico, segundo um programa prèviamente fixado. Este processo de transmissão pode realizar-se através da utilização de variados tipos de instalações.

C. D. U. 621.565 : 636.5 : 637.52

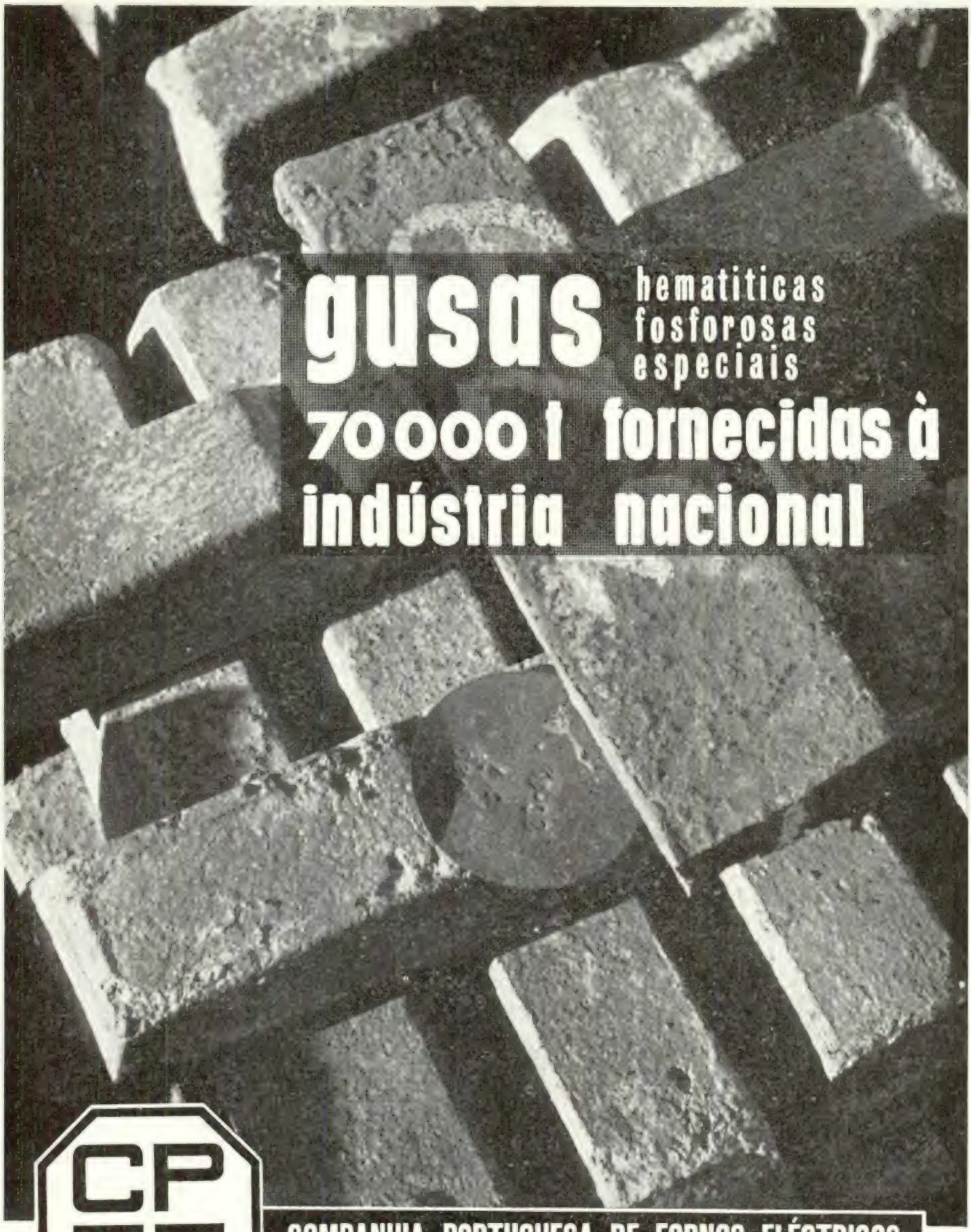
Instalações frigoríficas de produtos de carne — *G. Schoberth.*

Revista Técnica Sulzer, 1964, n.º 1, pág. 25.

C. D. U. 621.565 : 725.355

O novo entreposto frigorífico da Frigo St. Johann AG, Basileia — *H. M. Mayer.*

Revista Técnica Sulzer, 1964, n.º 1, pág. 31.



CP
FE

COMPANHIA PORTUGUESA DE FORNOS ELÉCTRICOS

Capital 60 MIL CONTOS S A R L

Largo de S. Carlos, 4 Lisboa · 2

C. D. U. 621.651

Bomba a émbolo para máquinas industriales — *Nello Mizzau.*

Ingenieria INDUSTRIA, 4-965, pág. 50.

C. D. U. 621.745

Cubilots basiques à vent chaud, à marche continue, comme installations de prefusion pour acieries — *Comunicação da firma «Geseuschaft Für Hüttenwerkanlagen MBH (GHW)», Düsseldorf.*

Revue Demag, n.º 170, pág. 02.

C. D. U. 621.758 : 628.84 : 697.94

Centrais de ar condicionado em forma de unidades normalizadas associáveis — *G. Lienhard.*

Revista Técnica Sulzer, 1964, n.º 1, pág. 35.

C. D. U. 621.892

Bissulfureto de molibdénio — lubrificante sólido do progresso — *J. L. Silva Martins.*

Mundo Motorizado, 20-1-965, n.º 175, pág. 17.

C. D. U. 621.979-82

La technique de frettage de l'ASEA permet de réaliser des presses hydrauliques et des enceintes à haute pression très légères — *Johnsson, S.*

Asea-Revue 37, (1963) : 3, pág. 43-49.

Descrevem-se dois produtos ASEA : a prensa Quintus e o recinto de alta pressão. Qualquer deles é caracterizado pelo pequeno peso e construção compacta devidos principalmente à técnica especial de abraçamento utilizada para a sua realização. Estão previstos para ser utilizados tanto no domínio da produção como no da investigação.

C. D. U. 624.07 [012.4] : 539.219.2

Variation des aciers à haute limite élastique por le béton armé. Théorie de synthèse de la fissuration conséquences pour le calcul des structurs — *Aarou Helfgot.*

Béton Armé, 6-7-965, 7.º ano, n.º 61, pág. 4-12.

Neste trabalho pretende-se utilizar os conhecimentos já possuídos sobre fissuração do betão armado, a fim de desenvolver as fases do proceder para fixar a «tensão admissível» do aço com o cálculo elástico e ainda o «limite de elasticidade de cálculo» para o dimensionamento à rutura.

C. D. U. 625.7

La autopista volante. Chesmick-Boston Manor Park de Londres — *Ricardo Ologüe Negueruela.*

7-965, vol. 40, n.º 7, pág. 389-392.

C. D. U. 658

El poder integrador — *Lens Saenz del Casal.*

Dyna, 8-965, vol. 80, pág. 441-444.

C. D. U. 66.091 : 547.29

Les voies de synthése des ácides trialcoylocétiques — *Claude Hermart.*

Industrie Chimique Belge, 8-965, vol. 30, n.º 8, pág. 320-338.

C. D. U. 666.94.011.571-83 : 621.313.2.077.65

Fours à ciment entrainés par moteurs à courant continu alimentés par redresseurs commandés par transducteur — *F. Landau.*

Asea Revue, 1965, vol. 37, n.º 2, pág. 23-27.

C. D. U. 669.2

Influencia del cromado duro sobre el limite de fatiga de los aceros — *Ignacio Olascoaza Ezcurra.*

Dyna, 8-965, vol. 40, n.º 8, pág. 445-451.

C. D. U. 669.2

Estudio sobre a implantación de indices de colidad en los lingotes de acero — *Julian Melgoso Suarez.*

Dyna, 9-965, vol. 40, n.º 9, pág. 489-493.

C. D. U. 669.4

Aceros refractários moldeados — *J. M. Palacios Repáraz.*

Dyna, 9-965, vol. 40, n.º 9, pág. 471-481.

C. D. U. 678.7 : 539

Quelques aspects de la physique des hauts polymères — *J. P. Mercier.*

Industrie Chimique Belge, 8-965, vol. 30, n.º 8, pág. 313-819.

Os polímeros caracterizam-se por 2 transições termodinâmicas. A mais importante é a transição vidrosa que marca a excitação dos movimentos de translação e rotação das moléculas e que possui características das transições termodinâmicas de 2.ª ordem. A temperatura de transição vidrosa depende sobretudo da flexibilidade da cadeia. Os polímeros podem igualmente apresentar se sob uma forma particularmente cristalina se a regularidade da sua cadeia for suficiente. O exame da curva volume-temperatura dum polímero semi-cristalino revela existência duma 2.ª transição que corresponde à fusão das cristalites.

C. D. U. 691.327 : 539.4.011.25

Calcul à la rupture des structures en béton.

Béton Armé, 8-9-965, 7.º ano, n.º 62, pág. 5-31.

Traduzido de «The proceedings of the Institution of Civil Engineers», fev. 62.

C. D. U. 691.327 : 539.4.011.25 [624.07]

Calcul à la rupture des structrures en beton — *The proceedings of the Institution of Civil Engineur.*

Betão, 7-8-965, n.º 62.

Este volume é integralmente dedicado ao artigo, adicionado dos apêndices usuais, sumários, boletins, etc.

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

VOL. XXVI

N.os 341 A 350

OUTUBRO DE 1964 A JULHO DE 1965

Índice por assuntos dos artigos publicados

Artigo — N.º — Data — Pág.

GENERALIDADES

C. D. U. 001.2 : 624

Presente e futuro da Engenharia Civil — 347 — 4-65 — 455
Laginha Serafim

C. D. U. 06.07 (378.962 : 624)

II Semana do Curso de Engenharia Civil . . . . . 346 — 3-65 — 361

CIÊNCIAS SOCIAIS

C. D. U. 347.56 : 624 (469)

Responsabilidades do Engenheiro Civil . . . . . 347 — 4-65 — 443
Manuel Bravo

CIÊNCIAS PURAS

Matemática

C. D. U. 511.124 : 539.133.01

Momento de inércia, frequência de vibração, massa associada e massa reactiva . . . . . 341 — 10-64 — 37
C. Amaro Martins

C. D. U. 518.5 : 624.07 [012.47] 2.2

A utilização de computadores no dimensionamento de vigas de betão pré-esforçado . . . . . 345 — 2-65 — 317
Luciano Lobo

C. D. U. 518.6 : 624.041.2

Aplicação do método Kani a estruturas reticuladas irregulares . . . 345 — 2-65 — 351
J. Ribeiro Sarmento

C. D. U. 518.6 : 621—233

Dois calculadores analógicos de engrenagens . . . . . 343 — 12-64 — 187
Carlos Portela

Física

C. D. U. 53 : 627.825

Formulação do problema físico da barragem abóbada . . . . . 348 — 5-65 — 491
Manuel Rocha

C. D. U. 532.593.08

A observação da ondulação. Características dos trens de ondas observadas na Figueira da Foz . . . . . 347 — 4-65 — 463
J. P. Barcelò

C. D. U. 534.111

Estudo de um movimento vibratório não linear com elasticidade do tipo $k(x \pm \varepsilon x^3)$ . . . . . 345 — 2-65 — 339
Henrique Brito

C. D. U. 534.111

Vibrações forçadas de sistemas não lineares com elasticidade do tipo $k(x \pm \varepsilon k^3)$ . . . . . 341 — 10-64 — 17
Jorge Neves da Silva

C. D. U. 534.13:621-23

Determinação das frequências torsionais próprias duma árvore de manivelas (cambota) dum motor Diesel superior para tracção (6 cilindros em linha) . . . . . 344 — 1-65 — 253
J. Muñoz Miguez

C. D. U. 536.4

Influência da temperatura no envelhecimento de materiais . . . . . 343 — 12-64 — 197
H. Telles Antunes

C. D. U. 539.1 : 621.38

A electrónica na física nuclear — Electrónica rápida. Circuitos de coincidência . . . . . 342 — 11-64 — 113
F. Caeiro Martins

Artigo N.º Data Pág.

C. D. U. 539.132.01 : 511.124

Momento de inércia, frequência de vibração, massa associada e massa reactiva 341 10-64 37
C. Amaro Martins

Química

C. D. U. 541.138 (084)

Domínios de predominância estável dos constituintes dos sistemas químicos envolvendo soluções aquosas 350 7-65 601
Isabel Gago e Alunos do 6.º Ano do Curso de Engenharia Química

C. D. U. 541.68 : 678.6

Propriedades mecânicas das resinas de acetal homopolímeras 348 5-65 539
J. Silva Pinto

C. D. U. 543.244.6 : 691.544

Método rápido de doseamento do óxido de magnésio nos cimentos, por complexometria 342 11-54 121
Maria Tavares Cravo

C. D. U. 547.427.1 — 94

Condensação aldólica e reacções de Cannizzaro. Pentaeritritol e suas aplicações 350 7-65 649
H. Casinhas da Silva e *L. Mattos Chaves*

C. D. U. 547.556.33.004.14

Exemplo de corantes azo e sua aplicação a coloração de diversas fibras 348 6-65 585
João E. Pinto Ferreira e *Júlio Gamboa*

GEOLOGIA E CIENCIAS AFINS

C. D. U. 550.837.3 : 551.48/.49

Pesquisa de águas pelo método da resistividade eléctrica. Possibilidades e limitação 343 12-64 143
J. M. Ressurreição Neto

C. D. U. 551.351.001.57 (81)

Estudos em modelos reduzidos de praias artificiais na Baía de Guanabara (Brasil) 346 3-65 495
Narciso Pires Elias

ENGENHARIA

Mecânica e Electrotécnica

C. D. U. 621-23 : 534.13

Determinação das frequências torcionais próprias duma árvore de manivelas (cambota) dum motor Diesel superior para tracção (6 cilindros em linha) 344 1-65 253
J. Munoz Miguez

Artigo N.º Data Pág.

C. D. U. 621 — 233 : 518.6

Dois calculadores analógicos de engrenagens 343 12-64 187
Carlos Portela

C. D. U. 621.131.372 : 624.131.431.3

Método higrométrico para a determinação de teores em humidade de materiais porosos 341 1-65 265
Elda de Castro

C. D. U. 621.22.01

Da potência bruta de um aproveitamento hidráulico à potência nele instalada 347 4-65 459
Rebello da Silva

C. D. U. 621.24.004.15

Traçado de diagramas de rendimento em colina para turbinas hidráulicas 348 5-65 512
Rebello da Silva

C. D. U. 621.311 (1-77) 338.91

Planeamento energético em regiões de desenvolvimento incipiente . . 346 3-65 391
A. Abecasis Manzanares

C. D. U. 621.373.51

Osciladores com díodos de túnel . . 344 1-65 211
A. de Carvalho Fernandes

C. D. U. 621.374.33

Realização de funções booleanas por blocos NEM 347 4-65 479
Luís Vicente

C. D. U. 621.38 : 539.1

A electrónica na física nuclear — — Electrónica rápida. Circuitos de coincidência 342 11-64 113
F. Caeiro Martins

C. D. U. 621.874

Contribuição nacional para a indústria nuclear europeia 341 10-64 68

C. D. U. 622.341 (469) : 669.041

O baixo forno a oxigénio e a valorização de minérios de Moncorvo 345 2-65 281
Chagas Roquete

Artigo N.º Data Pág.

C. D. U. 623.81 : 658.5.015

Regulação sintética da produção num estaleiro naval 341 10-64 1
Caetano Carreira 342 11-64 87
343 12-64 169
344 1-65 229
345 2-65 287

Civil

C. D. U. 624 : 001.2

Presente e futuro da Engenharia Civil 347 4-65 455
Laginha Serafim

C. D. U. 624 (469) : 347.56

Responsabilidades do Engenheiro Civil. 347 4-65 443
Manuel Bravo

C. D. U. 624 (469.5)

A Engenharia Civil no Ultramar Português 346 3-65 365
Edgar Cardoso

C. D. U. 624.041.2 : 518.6

Aplicação do método Kani a estruturas reticuladas irregulares 345 2-65 351
J. Ribeiro Sarmento

C. D. U. 624.07 [012.47] 2.2 : 518.5

A utilização de computadores no dimensionamento de vigas de betão pré-esforçado 345 2-65 317
Luciano Lobo

C. D. U. 624.131.25 : 624.131.54

Alguns problemas acerca da rotura dos maciços rochosos 342 11-64 77
Manuel Rocha

C. D. U. 624.138.2

Rápida determinação das condições óptimas de compactação dos solos e seu controle em obras de terra . 341 10 64 49
J. M. Ressurreição Neto

C. D. U. 624.15.075 : 627.825

Análise da estabilidade das fundações duma barragem abóbada 342 11-64 103
Lobo Fialho e *Peres Rodrigues*

C. D. U. 625.11.003.1

Subsídios para a procura do custo óptimo de uma via 346 3-65 397
A. Pires Cameira

Artigo N.º Data Pág.

Hidráulica

C. D. U. 627.825:53

Formulação do problema físico da barragem abóbada 348 5-65 491
Manuel Rocha

C. D. U. 627.825 : 624.15.075

Análise da estabilidade das fundações duma barragem abóbada . . . 342 11-64 103
Lobo Fialho e *Peres Rodrigues*

C. D. U. 627.83/627.84

Órgãos de descarga e de tomada de água da barragem de Lomaum . . 344 1-65 245
António Quintela

C. D. U. 628.194

Distribuição da contaminação no estuário do Tejo 348 6-65 571
P. Celestino da Costa

C. D. U. 628.392

Pré-dimensionamento dum exutor submarino de esgoto de águas residuais 348 5-65 517
Amílcar Ambrósio

Administração e Organização da Indústria, Comércio e Transportes

C. D. U. 656.021

Sobre correntes de tráfego rodoviário 346 3-65 375
M. Pinto Serrão

C. D. U. 658.5.015 : 623.81

Regulação sintética de produção num estaleiro naval 341 10-64 1
Caetano Crrreira 342 11-64 87
343 12-64 169
344 1-65 229
345 2-65 287

INDÚSTRIAS QUÍMICAS E AFINS

C. D. U. 669.041 : 622.341 (469)

O baixo forno a oxigénio e a valorização de minérios de Moncorvo . . 345 2-65 281
Chagas Roquete

C. D. U. 678 6 : 541.68

Propriedades mecânicas das resinas de acetal homopolímeras 348 5-65 539
J. Silva Pinto

Artigo	N.º	Data	Pág.

MATERIAIS E PROCESSOS DE CONSTRUÇÃO

C. D. U. 691.11 : 620.197.3 : 620.1

A avaliação do comportamento da madeira tratada através de ensaios de campo	350	7-65	641
J. Barreiro dos Reis			

C. D. U. 681 : 543 : 712
621.131.372 : 624.131.431.3

Método higrométrico para o determinação de teores em humidade de materiais porosos	341	1-65	265
Elda de Castro			

Artigo	N.º	Data	Pág.

C. D. U. 691.544 : 543.244.6

Método rápido de doseamento de óxido de magnésio nos cimentos, por complexometria	342	11-64	121
Maria Tavares Cravo			

C. D. U. 691.545

Pozolanas de alta reactividade inicial — I. A reactivação da pozolana natural	349	6-65	547
A. Sousa Coutinho	350	7-65	619

RENOLD

CORRENTES de aço PARA TRANSPORTADORES e ELEVADORES

Seja qual for o serviço, Renold — os maiores fabricantes do mundo de correntes — podem fornecer a corrente apropriada a preço convidativo.
A gama, em depósito, até 13.600 Kg de carga de rotura, satisfaz a 95% das necessidades normais.
Por encomenda, pode-se fornecer correntes até 136.000 Kg de carga de rotura.

Para informações ou fornecimentos, escreva, visite ou telefone:

HARKER, SUMNER & Ca. Lda.

PORTO: 38, Rua de Ceuta, 48
Apartado No. 162
Tel: 27054-P.P.C. (4 linhas)

LISBOA-2: 14, Largo do Corpo Santo, 18
Tel: 324823-35124

RENOLD

RENOLD CHAINS LIMITED
MANCHESTER INGLATERRA

RAIOS X INDUSTRIAL

EXAMES NÃO DESTRUTIVOS DE MATERIAIS POR MEIOS DE

RAIOS X · RAIOS BETA · RAIOS GAMA · RADIOISOTOPOS · ULTRA-SONS · MÉTODOS MAGNÉTICOS LÍQUIDOS PENETRANTES OU FLUORESCENTES · LUZ WOOD MEDIÇÃO DE ESPESSURAS

PARA AS INDÚSTRIAS
METALOMECÂNICAS · DE FUNDIÇÃO DE PLÁSTICOS · DE CONSTRUÇÃO NAVAL DE ESTRUTURAS METÁLICAS · DE AUTOMÓVEIS · DE CONSTRUÇÃO CIVIL · QUÍMICAS E PETROQUÍMICAS

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS

MONTERROSO & C.A, L.DA

R. do Campo Alegre, 608-1.º-PORTO-Tel. 64695
Av. Almirante Reis, 85-A-LISBOA-Tel. 55 36 76

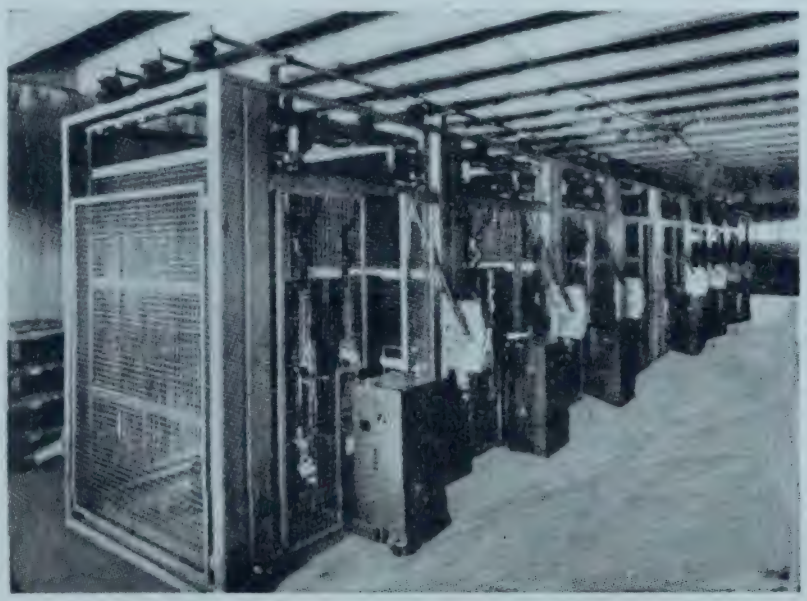
MOD. MT 220/6

ISOLUX L.DA

ESTUDOS E INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Porto
R. de Sá da Bandeira, 651-4.º
Tel. 2 70 13

Lisboa
R. de Gonçalves Crespo, 33-3.º
Tel. 5 27 41



CELAS ABERTAS DE ALTA TENSÃO

Projectos e instalações eléctricas de:

Centrais
Subestações
Postos de Transformação
Fábricas
Edifícios públicos
Blocos residenciais

Instron resolve os seus problemas

Os aparelhos de teste universais Instron desempenham um papel importante na criação de equipamentos de teste sensíveis, precisos e de confiança, que são necessários para pesquisas das propriedades fundamentais de materiais. Os aparelhos Instron estão sendo usados em todo o mundo para investigações complexas, incluindo o estudo dos efeitos de deslocamento em cristais simples, reologia de altos polímeros, comportamento de metais e cerâmicas refractárias em altas temperaturas, comportamento de filmes em ambientes criogénicos, características de materiais compostos e sistemas de materiais, e muitos outros assuntos de importância vital para o desenvolvimento e aplicação de novos materiais. O sistema Instron, que dispõe de dois modelos básicos e de uma gama extensa e continuamente crescente de acessórios, oferece uma flexibilidade única para aplicações em pesquisas, aperfeiçoamento e produção. Garras de tracção servo-operadas aplicam cargas de 2 gramas a 5 toneladas, a velocidades de entre 0,00508 e 508 mm/min. Os aparelhos de teste fornecem dados em forma de gráficos ou em fita perfurada para uso directo em calculadoras electrónicas. Teremos o maior prazer em fornecer uma colecção de estudos feitos pela Instron sobre técnicas de teste modernas e fora de comum. Para mais detalhes, queira escrever-nos.

Extensómetro Óptico

Câmara Ambiental

Integrador Automático

Garras para Fibra tipo 2A

fá-lo conhecer os seus materiais

Instron Ltd., Halifax Road, High Wycomb, Bucks., Inglaterra – Telef.: Hygh Wycombe 4010

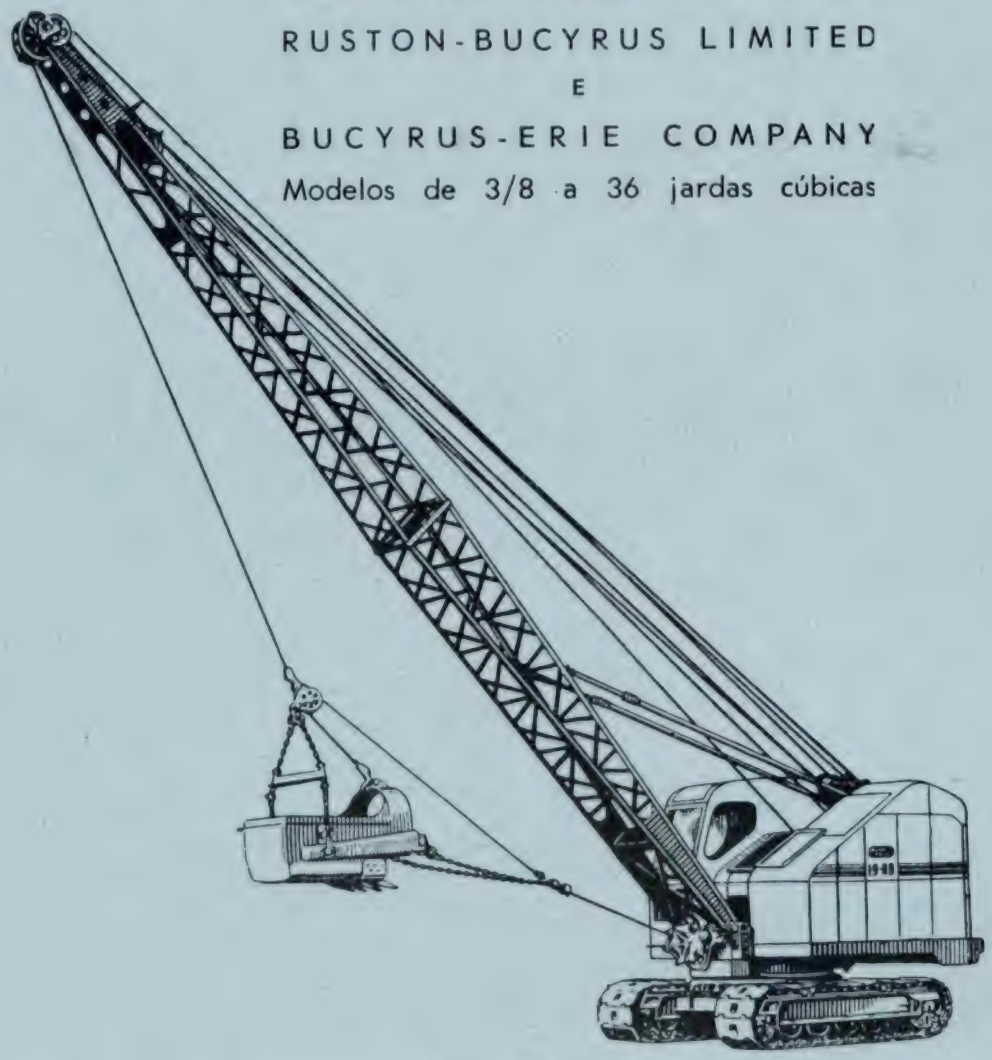
ESCAVADORAS

RUSTON-BUCYRUS LIMITED

E

BUCYRUS-ERIE COMPANY

Modelos de 3/8 a 36 jardas cúbicas



Escavadoras modelo 19 RB,

As escavadoras RUSTON-BUCYRUS e BUCYRUS-ERIE são as mais conhecidas mundialmente e as mais utilizadas em todo o território português

Stock permanente de peças sobresselentes ★ Oficina de reparações
Técnicos e mecânicos especializados ★ Ensino e treino de operadores

Representantes exclusivos para Portugal Continental e Ultramarino

MONTEIRO GOMES, LIMITADA

RUA CASCAIS, 47 (ALCÂNTARA) ★ LISBOA

LUANDA LOURENÇO MARQUES

AR CONDICIONADO REFRIGERAÇÃO

VENTILAÇÃO
DESUMIDIFICAÇÃO
TRATAMENTO DE ÁGUAS

ESTUDOS. MONTAGENS. ASSISTÊNCIA. GARANTIA

CONSULTE

uma organização especializada ao seu serviço

GERINDUSTRIA
GABINETE DE ESTUDOS E REPRESENTAÇÕES INDUSTRIAIS, LDA.

TELEF. 73 63 91

RUA CASTILHO, 1-1.° ESQ.
LISBOA

MARTIN WEIGEL

APARELHOS DE MEDIDA

AMPERÍMETROS,
VOLTÍMETROS,
FREQUÊNCÍMETROS,
FASÍMETROS,
ETC.

REPRESENTANTE:

SOTÉCNICA

SOCIEDADE ELECTROTÉCNICA, LDA.

R. do Vale do Pereiro, 8, 2.º-Telefs. 68 91 37/8/9-LISBOA

Delegação do Porto
R. Faria Guimarães, 488, 2.º Telef. 4 54 85 — PORTO

LISTA CLASSIFICADA DE ANÚNCIOS

Neste número continua a «Técnica» a sua secção de publicidade — a *lista classificada de anúncios* — destinada a facilitar a procura por parte dos clientes.

Estas páginas amarelas ficam abertas aos nossos leitores, que nelas podem anunciar a sua firma e endereço, ao preço de 50$00 por número. Quanto aos nossos anunciantes, é com muito gosto que lhes concedemos grátis a inscrição na lista.

AUTOMÓVEIS

— **AUSTIN — J. J. Gonçalves, Suc.**
R. Alexandre Herculano, 4 — Lisboa

— **BERLIET — Metalúrgica Duarte Ferreira**
Rua Tomás Ribeiro, 50-A — Lisboa.

CONSTRUÇÃO CIVIL

CONSTRUTORES CIVIS

— **Construções Técnicas, Lda.**
P. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Fundações Franki**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 73 41 12.

— **GEPOC—Gabinete de Estudos e Projectos para a Construção**
Av. Elias Garcia, 162-1.º esq.
Tel. 7 71 05 — Lisboa.

— **Soc. Const. Amadeu Gaudencio, Ld.ª**
R. Dr. Alexandre Braga, 4-A — Lisboa
Telef. 4 31 91 — 92 — 93.

— **Soc. de Pré-Fabricação e Obras Gerais Novobra**
Av. Estados Unidos da América, 100-5.º D — Telef. 77 48 32 / 76 64 46 — Lisboa 5

ESCAVADORAS

— **Fassio, Ld.ª**
R. Jardim do Regedor, 20-32 — Tel. 36 19 02 — Lisboa 2

— **Guedes & Almeida**
R. de S. Nicolau, 71-4.º — Tel. 2 50 80 — Lisboa.

— **Soc. Técnica de Equipamentos e Tractores, Ld.ª**
Prior Velho — Sacavém — Tel. 2 51 00 01/4.

— **Monteiro Gomes, Ld.ª**
Rua Cascais, 47 (Alcântara).

FUNDAÇÕES

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Empresa de Sondagem e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Pr. da Figueira, 18, 3.º — Lisboa — Tel. 36 27 95.

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
R. S. Pedro de Alcantara, 1 — Tel. 32 46 93 e 21 32 56 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques — Beira.

— **Fundações Franki**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 73 41 12.

— **Johann Keller**
R. dos Bem Lembrados - Cascais — Tel. 28 01 46

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 55 38 73 — 5 95 62 — 73 35 45.

— **Sondagens Ródio**
Rua de S. Bento, 644-3.º — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8

IMPERMEABILIZAÇÃO

— **Anselmo de Matos**
Av. Almirante de Reis, 179, r/c — Lisboa 1 — Telef. 4 64 39.

— **Empresa de Produtos Asfálticos**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56.

INSTRUMENTOS DE PRECISÃO

— **Wild Portugal, Ld.ª**
Praça das Águas Livres, 8, s/l 6 — Lisboa 2 — Tel. 68 11 27.

ISOLAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO

— **DAMPA — Bell's e Comp., Ld.ª**
Av. Padre Manuel da Nóbrega, 13-B — Tel. 71 44 10 — Lisboa.

— **ISOLA**
Av. António Augusto de Aguiar, 17 — Lisboa.
Tel. 53 71 91/6

— **RENOR — Renoluz**
R. D. Estefânia, 155-C — Tel. 53 77 57 - 23 57 49
Lisboa.

— **SETH, Ld.ª**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56

MOBILIÁRIO

— **Fábrica Portugal**
R. Febo Moniz

SONDAGENS

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Praça da Figueira, 18- 3.º D. -Lisboa
Tel. 36 27 95.

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
R. S. Pedro de Alcântara, 1 — Tel. 32 46 93 e 21 13 56 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques — Beira.

— **Fundações Franki**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 73 41 12

— **Johann Keller**
R. dos Bem Lembrados - Cascais — Tel. 28 01 46

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 55 38 73 — 5 95 67 — 73 35 45.

— **Sondagens Ródio, Ld.ª**
Rua de S. Bento, 664-3.º — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8.

CONSTRUÇÕES METALO-MECÂNICAS

CONSTRUTORES METALO-MECÂNICOS

— **Companhia União Fabril**
Av. 24 de Julho, 170 — Lisboa 2 — Tel. 67 04 21

— **Construções Metalo-mecânica MAGUE, Ld.ª** — Alverca

— **George Fischer, S. A.**
Schaffhouse (Suíça)

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Sociedade Industrial Metalúrgica**
R. de S. Tiago, 1

EDIÇÕES TÉCNICAS

— **Revista TECNICA**
Av. Rovisco Pais. — Tel. 77 54 49 — Lisboa

EQUIPAMENTO ELECTRICO

— **ASEA**
Rua de Artilharia Um, 104-4.º Dt. — Lisboa — Tel. 68 90 17/8/9.
R. do Campo Alegre, 144, Porto — Tel. 6 21 06/9

— **Electrotécnicos Reunidos**
Avenida João XXI, 64 — Lisboa.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Soc. de Elec. Brown Boveri**
R. Sá da Bandeira, 481-2.º — Tel. 2 34 11 — Porto

— **Sociedade Michäelis de Vasconcelos, Ld. — Oerlikon**
Av. Marquês de Tomar, 94 — Lisboa.
P. da Liberdade, 114 — Porto.

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

ELÉCTRODOS

— **Electro-Arco, Ld.ª**
R. Silva Carvalho, 239 — Lisboa — Tel. 68 36 49.
R. do Bolhão, 216 — Porto — Tel. 2 12 77.

INSTALAÇÕES

— **Isolux, Lda.**
R. Gonçalves Crespo, 33, 3.º — Lisboa
R. de Sá da Bandeira, 551, 4.º — Porto.

INSTRUMENTOS DE MEDIDA

— **C. Santos, Ld.ª**
29, Av. da Liberdade, 41 — Lisboa.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Monterroso & C.ª, Ld.ª**
R. do Campo Alegre, 606-1.º
Telef. 6 48 95 — Porto

— **SOTÉCNICA — Soc. Electrotécnica, Ld.ª**
R. Vale do Pereiro, 8-2.º — Lisboa.
Tel. 68 91 37/8/9.

ISOLAMENTOS

— **Empresa Electro-Cerâmica, S.A.R.L.**
L. Barão de Quintela.

REPARAÇÕES E CONSTRUÇÕES NAVAIS

LISNAVE
Rocha Conde de Óbidos — Lisboa

SOLDADURAS

— **Electro Arco**
R. Silva Carvalho, 239 — Lisboa
R. do Bolhão, 216 — Porto

TELECOMUNICAÇÕES

— **Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos, S.A.R.L.**
R. Rodrigo da Fonseca, 110, r/c — Lisboa — Tel. 68 60 72.
R. Sá da Bandeira, 766-1.º E — Porto — Tel. 2 48 18

— **Standard Eléctrica, S.A.R.L.**
Av. da Índia — Lisboa.

EQUIPAMENTO INDUSTRIAL

— **Gerindustria**
R. Castilho, 27, 1.º esq.—Tel. 73 63 97—Lisboa 1

— **INSTRON**
— **Instron Ltd., Holifax Road, High Wycomb Bucks, Inglaterra.**

— **MATAFIL — Soc. Int. de Representações, Lda.**
Pr. da Alegria, 58-3.º — Tel. 36 80 21 —Lisboa

— **Patrick Thompson, Ld.ª**
R. Silva Carvalho, 234-r/c e 234-B — Lisboa
Telef. 68 45 04.

BOMBAS

— **CIDEX — Comércio Internacional e Representações Industriais**
Av. Casal Ribeiro, 46-2.º-Tel. 73 53 07-Lisboa 1

— **Monterroso & C.ª, Lda.**
R. do Campo Alegre, 606-1.º
Telef. 6 48 95 — Porto

— **Patrick Thompson, Ld.ª**
R. Silva Carvalho, 234-r/c e 234-B — Lisboa
Telef. 68 45 04.

— **Vasco Pessoa, Lda.**
Rua da Boa Vista, 63 — Lisboa 2

CORRENTES

— **Harker Summer**
L. Corpo Santo, 18 — Tel. 32 48 23 — Lisboa.

— **Auto-Lusitania**
Av. da Liberdade, 77 — Lisboa

FUNDIÇÃO

— **George Fischer, S. A.**
Schaffhouse (Suíça)

MÁQUINAS-FERRAMENTAS

— **Fassio Ld.ª**
R. Jardim do Regedor, 20 — Lisboa = Tel. 36 19 02

— **Soc. Portuguesa de Válvulas**
R. Academia de Ciências, 5 — Lisboa.
Tel. 3 17 10.

MOTORES INDUSTRIAIS

— **C. Santos, Ld.ª**
29, Av. da Liberdade, 41 — Lisboa.
160, R. de Santa Catarina, 168 — Porto.

— **Gerindustria**
R. Castilho, 27-1.º—Tel. 73 63 97—Lisboa 1

INDÚSTRIAS QUÍMICAS

— **I.C.I. — Imperial Chemical Industries, Ld.**
R. D. João V, 2-3.º — Lisboa — Tel. 68 51 73.

— **PÉVELON - Meteoro — Soc. Técnica Metalúrgica, Lda.**
R. Conde Redondo, 14, 3.º Dt. — Telef. 73 23 86 — Lisboa.

BORRACHAS

— **Quimicor**
R. Sociedade Farmaceutica, 3 — Lisboa.

FELTROS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais**
Estrada de S. João — Ovar

GÁS INDUSTRIAL

— **Propacidla — CIDLA**

LUBRIFICANTES

— **B. P.**
— **Mobil Oil**
— **SHELL**

TÊXTEIS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais, Ld.ª**
Estrada de S. João — Ovar.

LIVROS TECNICOS

— **TÉCNICA**
Avenida Rovisco Pais — Lisboa
Tel. 77 54 49

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

— **DAMPA — Bell's e Comp., Ld.**
Av. Padre Manuel da Nóbrega. 13-B — Tel. 71 44 10 — Lisboa.

— **RENOR — Renoluz**
R. D. Estefânia, 155-C.
Tels. 53 77 54 - 23 57 49 — Lisboa.

AÇOS ESPECIAIS

— **A. Johnson & C.ª (Portugal), Ld.ª**
P. José Fontana, 11-1.º — Lisboa — Tel. 4 79 64 - 4 79 93 - 4 79 97.
R. Dr. António Granjo, 160/168-Porto-Tel. 5 46 69

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.º, Dt.º — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.

— **Companhia Portuguesa de Fornos Electricos**
L. S. Carlos, 4-2.º

BETAO

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.º, Dt.º — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.
Lisboa 1

— **Sociedade Portuguesa CAVAN**
R. de D. Estefânia, 94-A — Lisboa — Tel. 4 78 12 e 5 01 29.

CIMENTOS

— **CIBRA — Cimentos Brancos**
Tv. do Corpo Santo, 15 — Lisboa — Tel. 32 04 64.
R. do Bonjardim, 205 — Porto — Tel. 2 57 79.

— **Empresa de Cimentos de Leiria**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa — Tel. 5 91 61/66.

— **Secil**
R. do Comércio, 156 — Lisboa 2 — Tel. 32 82 01/2/3

MOTORES DIESEL

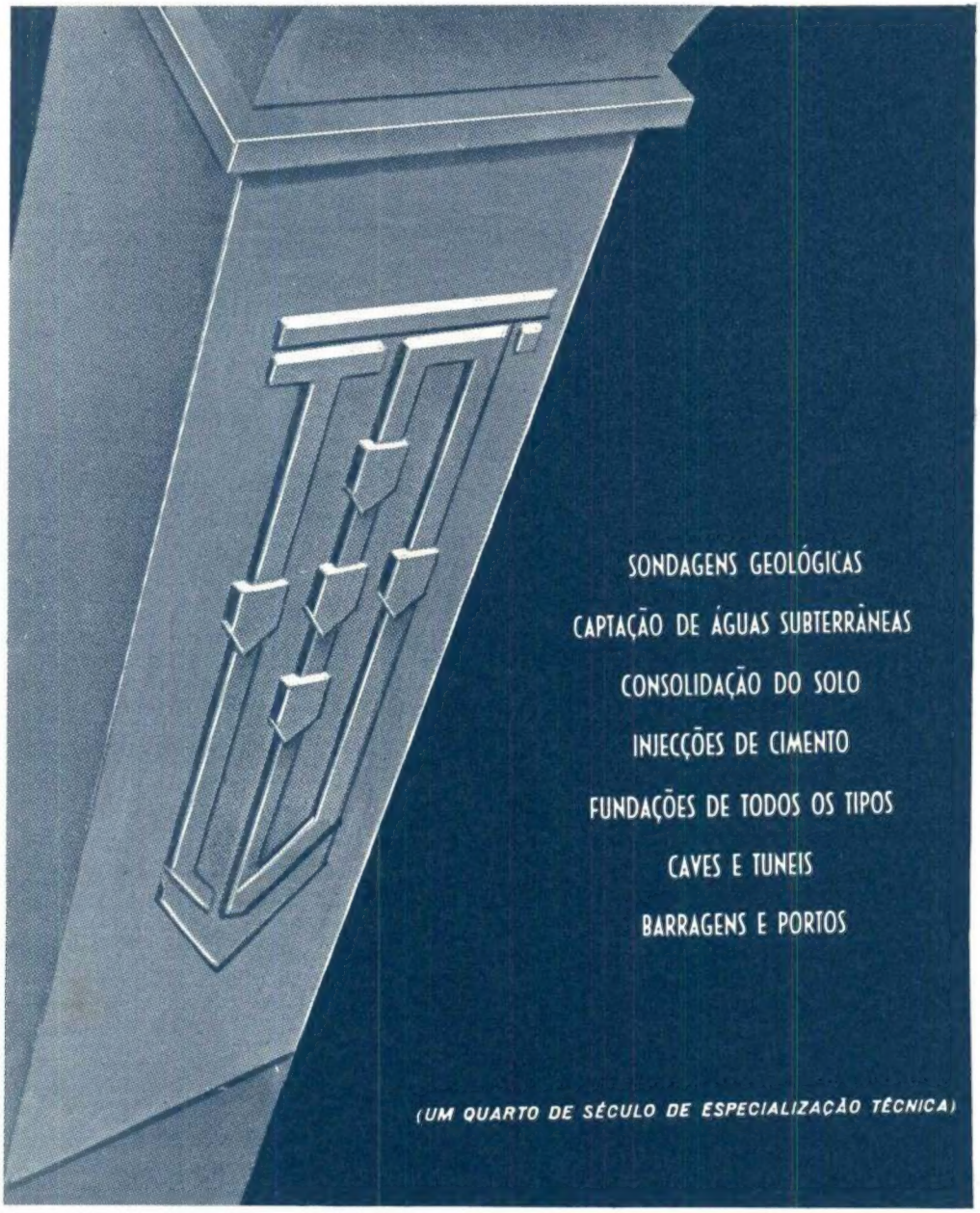
— **C. Santos, Ld.ª**
29, Av. da Liberdade, 41 — Lisboa.
160, R. de S. Catarina, 168 — Porto

Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

PR. DA FIGUEIRA, 18. 3.º
TELEF. 36 27 95

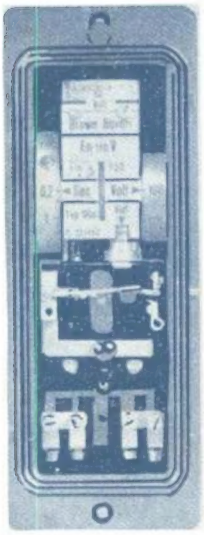
LISBOA



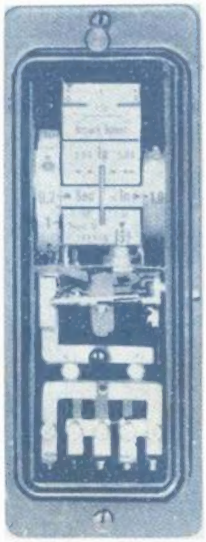
Offset de
Armeia & Moreno, Lda.

Protegei as vossas máquinas, aparelhos, e instalações, dos perigos externos e internos utilizando relés

BROWN BOVERI

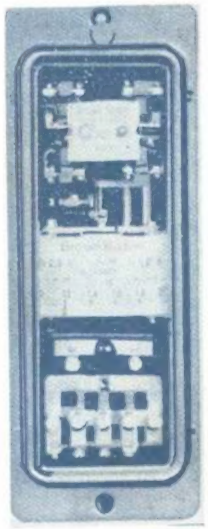


Sobretensão

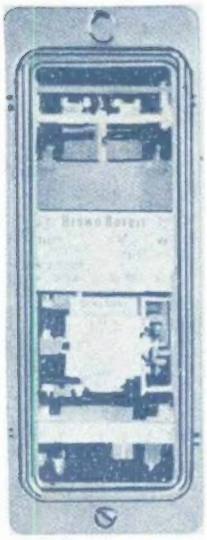


Sobrecarga curto-circuito

Sobrecarga térmico



Sobrecarga instantâneo



Frequência

Cargas assimétricas

Diferencial

Terra

Os nossos Serviços Técnicos podem auxiliar a resolver os vossos problemas sobre protecções.

SOC. DE ELECT. **BROWN BOVERI**, LDA.

RUA DE SÁ DA BANDEIRA, 481 – 2.º • TEL. 23411 • PORTO